

المملكة المغربية



أكاديمية الحسن الثاني  
للعلوم والتقنيات

وزارة التربية الوطنية

# المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

## كراسة المواضيع

يوليوز 2011



المملكة المغربية



أكاديمية الحسن الثاني  
للعلوم والتقنيات

وزارة التربية الوطنية

# المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011 كراسة المواضيع

يوليوز 2011

## الفهرس

| الصفحة  | المحتوى                                 |
|---------|---|
| 3.....  | - توطئة                                 |
| 5.....  | - موضوع الرياضيات                       |
| 11..... | - موضوع الفيزياء والكيمياء              |
| 22..... | - موضوع علوم المهندس- هندسة ميكانيكية - |
| 46..... | - موضوع علوم المهندس- هندسة كهربائية -  |
| 77..... | - موضوع علوم الحياة والأرض              |
| 88..... | - المذكرة التنظيمية الإطار رقم 160      |
| 93..... | - المذكرة التنظيمية الدورية رقم 161     |

## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

### توطئة

تنفيذاً لمقتضيات اتفاقية الشراكة المبرمة بين وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي من جهة، وأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات من جهة أخرى، وتفعيلاً للمذكرة الإطار رقم 160 والمذكرة التنظيمية رقم 161 الصادرتين بتاريخ 12 و 13 أكتوبر 2010، تم تنظيم المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011 بثانوية مولاي يوسف بالرباط بتاريخ 22 يوليوز 2011.

وقد عرفت هذه المباراة مشاركة 194 مترشحة ومترشح موزعين بين أربعة مجالات تمثلت في مواد الرياضيات، والفيزياء والكيمياء، وعلوم المهندسين، وعلوم الحياة والأرض. وقد تم انتقاؤهم من بين أولئك الذين حصلوا على أعلى النقط في الامتحان الوطني الموحد لنيل شهادة البكالوريا برسم دورة يونيو 2011 في إحدى المواد السالفة الذكر، حيث كان عليهم معالجة موضوع المباراة في إحدى المجالات في مدة أربعة ساعات، هذه المواضيع التي ركزت في مجملها على تقويم قدرات نوعية لدى المشاركين والمشاركين على مستوى منهجية التعامل مع المشكل المطروح وطريقة معالجة مكوناته.

وقد سهرت أربعة لجان مختصة على إعداد مواضيع المباراة في المجالات المشار إليها وفق توجيهات تربوية تم تحديدها انطلاقاً من أهداف المباراة العامة وباستحضار مقومات المنهاج الدراسي للمادة المعنية بالسنة الثانية من سلك البكالوريا.

كما تمت عملية التصحيح من طرف أعضاء نفس اللجان باعتماد التقييم السري، حيث أسفرت النتائج على ترتيب أوراق التحرير المصححة وفق النتائج المحصلة.

وقد جاءت النتائج على الشكل الآتي:

| الأكاديمية           | المؤسسة              | الشعبة               | الاسم والنسب     | مجال المباراة      |
|----------------------|----------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| الشاوية ورديفة       | ثا. الرازي           | ع.رياضية "ب"         | بنزاوية محمد     | الرياضيات          |
| الرباط سلا زمور زعير | ثا. مولاي يوسف       | ع.رياضية "ب"         | سعد المهدي       | الرياضيات          |
| الدار البيضاء الكبرى | مجموعة مدارس أنس     | ع.رياضية "ب"         | الروكي ياسر      | الفيزياء والكيمياء |
| الرباط سلا زمور زعير | ثا. المنبع           | ع.رياضية "ب"         | العلوي محمد عمر  | الفيزياء والكيمياء |
| سوس ماسة درعة        | ثا. الإدريسي التقنية | ع.وتك. كهربائية      | إزكيتن يوسف      | علوم المهندسين     |
| دكالة عبدة           | ثا. الإمام الغزالي   | ع.وتك. ميكانيكية     | سالمي عبد العزيز | علوم المهندسين     |
| الرباط سلا زمور زعير | ثا. الأميرة للا نزهة | ع.تج. اختيار ع. ح. أ | بايعلي نجوى      | علوم الحياة والأرض |
| فاس بولمان           | ثا. م. إدريس الأكبر  | ع.تج. اختيار ع. ح. أ | أخموش حكيم       | علوم الحياة والأرض |

وقد حصل هؤلاء المترشحات والمترشحين المتوجين على جوائز عبارة عن منحة دراسية قيمة لمتابعة دراستهم العليا، حيث يستفيدون منها طالما تابعوا دراستهم إلى غاية حصولهم على شهادة الدكتوراه.

ومن أجل التواصل حول هذا الموضوع مع مختلف الأطراف المعنية في مختلف المواقع والأصعدة وعملاً على تعميم الفائدة خاصة على مستوى شريحة التلاميذ المستهدفين وأساتذة المواد الدراسية المعنية بالمباراة العامة للعلوم والتقنيات، وحتى يأخذ توثيق المباراة المنحى الإجرائي الذي يمكن من ترصيد كل العناصر الإيجابية قصد استثمارها في الرقي بهذه المباراة أكاديمياً وتنظيماً، وبالتالي تحقيق الأهداف النبيلة التي سطرت لها من جهة، وتحسيس التلاميذ الذين يتابعون دراستهم بالسنة الثانية من سلك البكالوريا بالشعب والمسالك العلمية والتكنولوجية بأهمية هذه المباراة ودورها في حفزهم على بذل قصارى جهودهم في التحصيل الدراسي، وجعلهم يسارعون إلى البحث عن المصادر التي تمكنهم من تنويع وإغناء رصيدهم المعرفي والمنهجي من جهة أخرى، يسر وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي أن تضع بين يدي المتعلمين والمتعلمين، وأساتذتهم ومختلف المهتمين هذا الكتيب الذي يضم:

- موضوع مادة الرياضيات؛

- موضوع مادة الفيزياء والكيمياء؛

- موضوع مادة علوم المهندس بالنسبة لتخصص العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية؛

- موضوع مادة علوم المهندس بالنسبة لتخصص العلوم والتكنولوجيات الكهربائية؛

- موضوع مادة علوم الحياة والأرض؛

- المذكرة الإطار 160 بتاريخ 12 أكتوبر 2010؛

- المذكرة التنظيمية 161 بتاريخ 13 أكتوبر 2010.

## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

### موضوع الرياضيات



## المباراة العامة للعلوم والتقنىات

2011

ىولىوز 2011

الرىاضىات

مدة الإنجاز: 4 ساعات

### حلول معادلة تفاضلىة خطىة متجانسة

#### تعارىف ورموز

##### تعارىف 1

نعبر دالة  $f$  معرفة على  $\mathbb{R}$ ، وعددا صحىحا طبعىا  $n$  يخالف الصفر.

نضع بالتوافق  $f^{(0)} = f$ .

نقول أن الدالة  $f$  قابلة للاشتقاق مرة واحدة على  $\mathbb{R}$  إذا كانت الدالة  $f$  قابلة للاشتقاق على  $\mathbb{R}$ ؛ فى هذه الحالة نضع  $f^{(1)} = f'$  حىث  $f^{(1)}$  الدالة المشتقة للدالة  $f$ ، ونسمى  $f^{(1)}$  الدالة المشتقة رتبة 1 للدالة  $f$ .

نقول أن الدالة  $f$  قابلة للاشتقاق مرتىن على  $\mathbb{R}$  إذا كانت الدالة  $f^{(1)}$  قابلة للاشتقاق على  $\mathbb{R}$ ؛ فى هذه الحالة نضع  $f^{(2)} = (f^{(1)})'$  حىث  $f^{(2)}$  الدالة المشتقة للدالة  $f^{(1)}$ ، ونسمى  $f^{(2)}$  الدالة المشتقة رتبة 2 للدالة  $f$ .

بالترجع، نقول أن الدالة  $f$  قابلة للاشتقاق  $n$  مرة على  $\mathbb{R}$  إذا كانت الدالة  $f^{(n-1)}$  قابلة للاشتقاق على  $\mathbb{R}$ ؛ فى هذه الحالة نضع  $f^{(n)} = (f^{(n-1)})'$  حىث  $f^{(n)}$  الدالة المشتقة للدالة  $f^{(n-1)}$ ، ونسمى  $f^{(n)}$  الدالة المشتقة رتبة  $n$  للدالة  $f$ .

نرمز بـ  $\mathcal{F}$  لمجموعة الدوال المعرفة على  $\mathbb{R}$  و قابلة للاشتقاق  $n$  مرة على  $\mathbb{R}$  لكل عدد طبعى  $n$  غير منعدم؛ ونرمز بـ  $\mathcal{P}$  لمجموعة الدوال الحدودىة المعرفة على  $\mathbb{R}$  و التى معاملاتها أعداد حقىقىة.

#### نتائج مقبولة يمكن استعمالها

أ- لتكن  $f$  و  $g$  دالتىن من  $\mathcal{F}$ ، ولىكن  $\alpha$  عددا حقىقىا. لدينا  $f+g \in \mathcal{F}$  و  $\alpha f \in \mathcal{F}$ ، ولكل عدد صحىح طبعى  $n$  لدينا كذلک

$$(f+g)^{(n)} = f^{(n)} + g^{(n)}, \quad (\alpha f)^{(n)} = \alpha f^{(n)}.$$

ب- كل الدوال الحدودىة المنتمىة إلى المجموعة  $\mathcal{P}$  تنتمى إلى المجموعة  $\mathcal{F}$ .

##### تعارىف 2

لتكن  $P$  دالة حدودىة من  $\mathcal{P}$  معرفة، لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$  بما ىلى

$$P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

بحىث  $n$  عدد صحىح طبعى غير منعدم. نعتبر المعادلة التفاضلىة  $(E_P)$  التالىة

$$a_n y^{(n)} + a_{n-1} y^{(n-1)} + \dots + a_1 y^{(1)} + a_0 y = 0 \quad (E_P)$$

تسمى هذه المعادلة التفاضلية بالمعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة المرتبطة بالدالة الحدودية  $P$ ، وتسمى  $P$  بالدالة الحدودية المميزة للمعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$ .  
نقول أن دالة  $f$  من المجموعة  $\mathcal{F}$  حل للمعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  إذا كانت  $f$  تحقق

$$a_n f^{(n)} + a_{n-1} f^{(n-1)} + \dots + a_1 f^{(1)} + a_0 f = 0$$

أى أن لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$  لدينا

$$a_n f^{(n)}(x) + a_{n-1} f^{(n-1)}(x) + \dots + a_1 f^{(1)}(x) + a_0 f(x) = 0$$

### مثال وتذكير

ليكن  $\lambda$  عددا حقيقيا؛ نعتبر الدالة الحدودية  $P$  المنتمية إلى  $\mathcal{P}$  والمعرفة، لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ ، بما يلي

$$P(x) = x - \lambda$$

$P$  هي الدالة الحدودية المميزة للمعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة

$$y' - \lambda y = 0 \quad (E_P)$$

$f$  من  $\mathcal{F}$  حل للمعادلة التفاضلية  $(E_P)$  إذا كانت  $f$  تحقق

$$f'(x) - \lambda f(x) = 0$$

لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ .

نذكر أن حلول هذه المعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة هي الدوال  $x \mapsto ae^{\lambda x}$ ، حيث  $a$  عدد حقيقي.

### الجزء الأول : نتائج أولية تخص الدوال الحدودية

1- لكل عدد صحيح طبيعي  $1 \leq r$  نعتبر الدالة الحدودية  $\varepsilon_r$  المعرفة، لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ ، بما يلي

$$\varepsilon_r(x) = x^r.$$

أ- تحقق من أن لكل عدد صحيح طبيعي  $k$ ، وكل  $x$  من  $\mathbb{R}$  لدينا

$$\begin{cases} \varepsilon_r^{(k)}(x) = r(r-1)\dots(r-k+1)x^{r-k}, & 1 \leq k \leq r; \\ \varepsilon_r^{(k)}(x) = 0, & k \geq r+1. \end{cases}$$

ب- استنتج قيمة العدد  $\varepsilon_r^{(k)}(0)$  لكل عدد صحيح طبيعي  $k$ .

2- لتكن  $P$  دالة حدودية من  $\mathcal{P}$  معرفة، لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ ، بما يلي

$$P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

بحيث  $n$  عدد صحيح طبيعي غير منعدم.

أ- بين أن لكل عدد صحيح طبيعي  $k$ ، محصور بين  $0$  و  $n$ ، لدينا  $a_k = \frac{P^{(k)}(0)}{k!}$

ب- استنتج أن دالتين حدوديتين  $Q$  و  $R$  من  $\mathcal{P}$  متساويتان إذا، و فقط إذا، كانت معاملتهما متساوية.

إشارة : يمكن اعتبار الدالة الحدودية  $P = R - Q$ .

3- لتكن  $P$  و  $Q$  دالتين حدوديتين من  $\mathcal{P}$  وليكن  $\lambda$  عددا حقيقيا حيث  $P(x) = (x - \lambda)Q(x)$  لكل عدد حقيقي  $x$ . نضع

$$P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0, \quad Q(x) = b_{n-1} x^{n-1} + \dots + b_1 x + b_0.$$

بين أن معاملات الدالتين الحدوديتين  $P$  و  $Q$  تحقق العلاقات التالية

$$\begin{cases} a_0 = -\lambda b_0 ; \\ a_k = b_{k-1} - \lambda b_k, \quad 1 \leq k \leq n-1 ; \\ a_n = b_{n-1}. \end{cases}$$

### الجزء الثاني : دراسة معادلات تفاضلية خطية من الدرجة الأولى

ليكن  $\lambda$  عددا حقيقيا و  $g$  دالة من المجموعة  $\mathcal{F}$ . نعتبر المعادلة التفاضلية الخطية التالية

$$y' - \lambda y = g \quad (F_g).$$

نقول أن دالة  $f$  من  $\mathcal{F}$  حل للمعادلة التفاضلية  $(F_g)$  إذا كانت  $f$  تحقق  $f'(x) - \lambda f(x) = g(x)$  لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ .

1- لتكن  $f$  من  $\mathcal{F}$  حلا للمعادلة التفاضلية  $(F_g)$ .

أ- أحسب الدالة المشتقة للدالة  $x \mapsto f(x)e^{-\lambda x}$  بدلالة الدالة  $g$ .

ب- استنتج أن الدالة  $f$  يمكن كتابتها على الشكل التالي

$$f(x) = G(x)e^{\lambda x}, \quad x \in \mathbb{R}$$

حيث  $G$  دالة أصلية للدالة  $x \mapsto g(x)e^{-\lambda x}$ ، المعرفة على  $\mathbb{R}$ .

ج- تحقق أن كل دالة

$$h : x \mapsto G(x)e^{\lambda x}$$

حيث  $G$  دالة أصلية للدالة  $x \mapsto g(x)e^{-\lambda x}$ ، حل للمعادلة التفاضلية الخطية  $(F_g)$ .

2- لتكن  $R$  دالة حدودية من  $\mathcal{P}$ . في هذا السؤال، نضع  $g(x) = R(x)e^{\lambda x}$  لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ . بين أن حلول المعادلة التفاضلية الخطية  $(F_g)$  هي الدوال  $x \mapsto S(x)e^{\lambda x}$  حيث  $S$  دالة حدودية من  $\mathcal{P}$  تحقق

$$S'(x) = R(x), \quad x \in \mathbb{R}.$$

3- لتكن  $R$  دالة حدودية من  $\mathcal{P}$ ، و ليكن  $\alpha$  عددا حقيقيا يخالف العدد  $\lambda$ . في هذا السؤال، نضع  $g(x) = R(x)e^{\alpha x}$  لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ .

أ- ليكن  $\mu$  عددا حقيقيا غير منعدم. بين أن الدوال الأصلية للدالة  $x \mapsto R(x)e^{\mu x}$  هي الدوال  $x \mapsto R_1(x)e^{\mu x} + c$  حيث  $c \in \mathbb{R}$  و  $R_1$  دالة حدودية من  $\mathcal{P}$  تحقق

$$R_1'(x) + \mu R_1(x) = R(x), \quad x \in \mathbb{R}$$

بين وحدانية الدالة الحدودية  $R_1$ .

إشارة : يمكن استعمال مكاملة بالأجزاء.

ب- بين أن حلول المعادلة التفاضلية الخطية  $(F_g)$  هي الدوال  $x \mapsto S(x)e^{\alpha x} + ce^{\lambda x}$  حيث  $c \in \mathbb{R}$  و  $S$  الدالة الحدودية الوحيدة من  $\mathcal{P}$  التي تحقق

$$S'(x) + (\alpha - \lambda)S(x) = R(x), \quad x \in \mathbb{R}$$

الجزء الثالث : دراسة بعض المعادلات التفاضلية الخطية المتجانسة من نوع  $(E_P)$

لتكن  $P$  دالة حدودية من  $\mathcal{P}$  معرفة لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$  كما يلي

$$P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

بحيث  $n$  عدد صحيح طبيعي غير منعدم. نعتبر المعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  التالية

$$a_n y^{(n)} + a_{n-1} y^{(n-1)} + \dots + a_1 y^{(1)} + a_0 y = 0 \quad (E_P)$$

1- بين أنه إذا كانت الدالتان  $f$  و  $g$  من  $\mathcal{F}$  حلين للمعادلة  $(E_P)$ ، و  $\alpha$  عددا حقيقيا، فإن الدالة  $\alpha f + g$  هي كذلك حل لنفس المعادلة  $(E_P)$ .

2- الحالة الأولى :  $P(x) = x^n$  لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$  نفترض في هذا السؤال أن  $P(x) = x^n$  لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ . بين أن حلول المعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  هي الدوال الحدودية التي تنتمي إلى  $\mathcal{P}$  والتي لا تتعدى درجتها  $(n-1)$ .

3- الحالة الثانية :  $P(x) = (x - \lambda)^n$  لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$  ليكن  $\lambda$  عددا حقيقيا، و  $n$  عددا صحيحا طبيعيا غير منعدم حيث  $P(x) = (x - \lambda)^n$  لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ .

أ- صيغة ليبينيز لاشتقاق جداء  
لتكن  $f$  و  $g$  دالتين من  $\mathcal{F}$ . بين بالترجع أن الدالة  $fg$  تنتمي إلى  $\mathcal{F}$  و أن لكل عدد صحيح طبيعي غير منعدم  $r$  لدينا

$$(fg)^{(r)} = \sum_{k=0}^r \binom{r}{k} f^{(k)} g^{(r-k)}$$

حيث نرمز ب  $\binom{r}{k}$  إلى العدد الصحيح الطبيعي المعروف كما يلي

$$\binom{r}{k} = \frac{r!}{k!(r-k)!}, \quad 0 \leq k \leq r.$$

إشارة : يمكن استعمال صيغة باسكال التالية

$$\binom{r}{k} = \binom{r-1}{k-1} + \binom{r-1}{k}, \quad 1 \leq k \leq r.$$

ب- بين أن المعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  هي المعادلة التفاضلية

$$\sum_{r=0}^n \binom{n}{r} (-\lambda)^{n-r} y^{(r)} = 0.$$

ج- لتكن  $f$  دالة من  $\mathcal{F}$ . نضع  $h(x) = f(x)e^{-\lambda x}$  لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ .  
أحسب الدالة  $h^{(n)}$ ، المشتقة رتبة  $n$  للدالة  $h$ ، واستنتج أن الدالة  $f$  حل للمعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  إذا، وفقط إذا، وجدت دالة حدودية  $R$ ، تنتمي إلى  $\mathcal{P}$  ولا تتعدى درجتها  $(n-1)$ ، وتحقق

$$f(x) = R(x)e^{\lambda x}, \quad x \in \mathbb{R}.$$

4- نفترض في هذا السؤال أن هناك دالة حدودية  $Q$  من  $\mathcal{P}$ ، وعددا حقيقيا  $\lambda$  يحققان

$$P(x) = (x - \lambda)Q(x), \quad x \in \mathbb{R}.$$

أ- بين أن دالة  $f$  من  $\mathcal{F}$  حل للمعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  إذا، وفقط إذا، كانت الدالة  $f_1 = f' - \lambda f$  حلا للمعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_Q)$ .  
إشارة : يمكن استعمال نتائج السؤال 3 من الجزء الأول.

ب- باعتماد مبدأ التراجع، أوجد طريقة أخرى للإجابة عن الاستنتاج المطلوب في السؤال 3-ج أعلاه دون اللجوء إلى استعمال صيغة ليبنيتز لاشتقاق جداء.

5- تطبيق 1

نعتبر المعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة

$$y^{(4)} + y^{(3)} - 3y^{(2)} - 5y^{(1)} - 2y = 0, \quad (E_P).$$

أ- تحقق أن الدالة الحدودية المميزة للمعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  هي الدالة الحدودية المعرفة، لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ ، بما يلي

$$P(x) = (x-2)(x+1)^3.$$

ب- باستعمال النتائج السابقة، بين أن حلول المعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  هي الدوال  $x \mapsto S(x)e^{-x} + ce^{2x}$  حيث  $x \in \mathbb{R}$ ، و  $c \in \mathbb{R}$ ، و  $S$  دالة حدودية من  $\mathcal{P}$  لا تتعدى درجتها 2.

6- ليكن  $r$  عددا صحيحا طبيعيا غير منعدم، و لتكن  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r$  أعدادا حقيقية مختلفة مثنى مثنى، و  $n_1, n_2, \dots, n_r$  أعدادا صحيحة طبيعية غير منعدمة؛ نضع  $n = n_1 + n_2 + \dots + n_r$  ونرمز ب  $P$  الى الدالة الحدودية المعرفة، لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ ، بما يلي

$$P(x) = (x - \lambda_1)^{n_1} (x - \lambda_2)^{n_2} \dots (x - \lambda_r)^{n_r}.$$

بين بالتراجع على  $n$  أن حلول المعادلة التفاضلية الخطية المتجانسة  $(E_P)$  هي الدوال

$$x \mapsto P_1(x)e^{\lambda_1 x} + P_2(x)e^{\lambda_2 x} + \dots + P_r(x)e^{\lambda_r x}$$

حيث لكل عدد  $k$  من المجموعة  $\{1, \dots, r\}$ ،  $P_k$  دالة حدودية من  $\mathcal{P}$  لا تتعدى درجتها  $n_k - 1$ .  
إشارة : يمكن استعمال نتائج السؤال 4-أ من الجزء الثالث.

7- تطبيق 2

أ- نعتبر دالة حدودية  $P$  معرفة، لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ ، بما يلي

$$P(x) = x^n + a_{n-1}x^{n-1} + \dots + a_1x + a_0$$

حيث  $a_0, a_1, \dots, a_{n-1}, a_n$  أعداد صحيحة نسبية و  $a_0$  يخالف الصفر.

بين أنه إذا كان عدد صحيح نسبي  $u$  جذرا للدالة الحدودية  $P$  فإن  $u$  قاسم للعدد  $a_0$ .

ب- نأخذ  $P$  بحيث

$$P(x) = x^3 - 2x^2 - 4x + 8, \quad x \in \mathbb{R}.$$

حدد الحلول الصحيحة النسبية للمعادلة  $P(x) = 0$  ثم عمل الحدودية  $P$ .

ج- نعتبر الدالة الحدودية  $R$  المعرفة، لكل  $x$  من  $\mathbb{R}$ ، بما يلي

$$R(x) = x^6 - 2x^5 - x^4 + 4x^3 - x^2 - 2x + 1.$$

• ليكن  $x$  عددا حقيقيا غير منعدم؛ نضع  $y = (x + \frac{1}{x})$ . بين أن  $\frac{R(x)}{x^3} = P(y)$  ثم استنتج أن

$$R(x) = (x+1)^2(x-1)^4.$$

• أعط الحل العام في  $\mathcal{F}$  للمعادلة الخطية المتجانسة

$$y^{(6)} - 2y^{(5)} - y^{(4)} + 4y^{(3)} - y^{(2)} - 2y' + y = 0.$$

\*\*\*\*\*

## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

### موضوع الفيزياء والكيمياء



## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

مدة الإنجاز: 4 ساعات

الفيزياء-الكيمياء

يوليوز 2011

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة

يتضمن موضوع المباراة

تمرينين في الكيمياء و تمرينا في الفيزياء من أربعة أجزاء

المطلوب استثمار وتوظيف المعارف والمهارات الخاصة بالفيزياء والكيمياء المكتسبة  
خلال سلك البكالوريا

الكيمياء : (28 نقطة)

- دراسة مبدأ اشتغال عمود ذي محروق (11 ن)
  - دراسة طاقة لبعض المحروقات باستعمال طاقة الربط لرابطة كيميائية (17 ن)
- الفيزياء : (72 نقطة)

- دراسة طاقة لبعض التحولات النووية (20 ن)
- دراسة ميكانيكية مبسطة لاندماج نوويتين (9 ن)
- انتشار الطاقة الشمسية نحو الأرض (9 ن)
- بعض استعمالات الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء (34 ن)

- في حالة وجود ما قد يبدو لك كخطأ في نص الموضوع ، المرجو الإشارة إليه على ورقة التحرير  
ثم تجاوزه والاستمرار في الإنجاز.

- تقدم النتائج الحرفية قبل العددية ، وكل نتيجة غير مقرونة بالوحدة تعتبر خطأ.

يبدل العلماء جهودا مضيئة في البحث وتطوير بدائل للوقود الأحفوري لما له من أثر سيء على البيئة من جهة ولأنه في طريق النفاذ من جهة أخرى. ويفترض في هذه البدائل الطاقية أن تغطي احتياجات البشرية بشكل كاف و أن تكون اقتصادية في التكلفة ونظيفة تضمن سلامة المحيط البيئي.

## الكيمياء:

### التمرينان (1) و (2) مستقلان

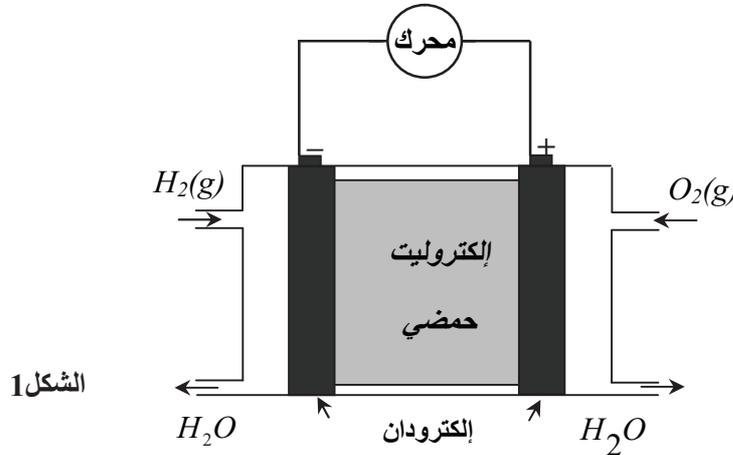
#### 1- دراسة مبدأ اشتغال عمود كهربيائي ذي محروق:

يعتبر العمود ذي محروق pile à combustible من بين البدائل الطاقية المستقبلية لكونه يمكن من الحصول على طاقة كهربية "نظيفة" انطلاقا من ثنائي الهيدروجين وثنائي الأوكسجين المتواجد بوفرة في الهواء.

فقد عرفت السنوات الأخيرة تقدما كبيرا في تطوير هذا النوع من الأعمدة الكهربية ، فهي تستعمل في ميادين عدة كالنقل والملاحة ...

معطيات:

- ثابتة فارادي:  $\mathcal{F} = 96500 C.mol^{-1}$  .
  - المزوجتان (مختزل/مؤكسد) المتدخلتان في التحول:  $H_{(aq)}^+ / H_{2(g)}$  و  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$  .
  - الكتلة المولية لثنائي الهيدروجين:  $M(H_2) = 2 g.mol^{-1}$  .
  - نعتبر الغازات كاملة .
  - نعطي ثابتة الغازات الكاملة:  $R = 0,082 L.atm.mol^{-1}.K^{-1}$  .
- باعتتماد الشكل (1):



الشكل 1

- 1.1- اكتب الرمز الاصطلاحي لهذا العمود.
- 1.2- ما دور الإلكتروليت خلال اشتغال العمود ذي محروق؟
- 1.3- اكتب نصف المعادلة الكيميائية للتحول الحاصل عند كل قطب محدد هل هي أكسدة أم اختزال.
- 1.4- استنتج المعادلة الحصيلة للتحول .
- 1.5- لقطع مسافة 100 km بواسطة سيارة كهربية ، يستهلك العمود كتلة  $m = 600 g$  من ثنائي الهيدروجين عند درجة الحرارة  $T = 298 K$  وتحت الضغط الجوي  $P = 1 atm$  .
  - 1.5.1- احسب حجم ثنائي الهيدروجين المستهلك .
  - 1.5.2- اقترح حلا لتقليص هذا الحجم تحت نفس درجة الحرارة.
  - 1.5.3- احسب الشحنة الكهربية المارة في الدارة خلال حركة السيارة لقطع هذه المسافة.

## 2- دراسة طاقة لبعض المحروقات باستعمال طاقة الربط لرابطة كيميائية :

يؤدي تراكم غاز ثنائي أكسيد الكربون ( أهم الغازات الدفيئة ) الناتج عن الاحتراق الكامل للهيدروكربورات إلى الزيادة في الاحتباس الحراري؛ وهي ظاهرة لها نتائج وخيمة على استقرار الحميلات البيئية (écosystèmes).

نهدف إلى دراسة مقارنة مبسطة - باستعمال مفهوم طاقة الربط لرابطة كيميائية - لمفعول الاحتراق الكامل لكل من المحروقين الغازيين : الميثان  $CH_4$  وألكان غازي آخر  $C_nH_{2n+2}$  والأثر الناتج عن ظاهرة الاحتباس الحراري.

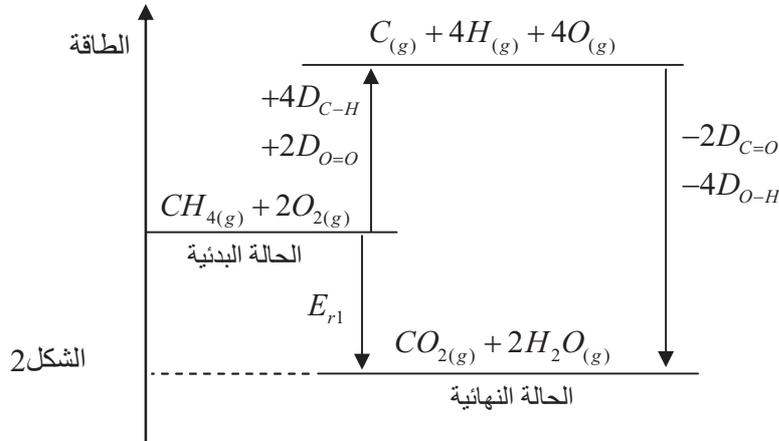
يمكن اعتبار عملية الاحتراق كحصول لمرحتين:

- في مرحلة أولى ، تتفكك خلالها كل جزيئات الأجسام المتفاعلة إلى ذرات . ويتطلب تحطيم 1 mol من الروابط الكيميائية  $A-B$  ، لجسم  $AB$  في حالته الغازية ، طاقة تسمى طاقة الربط بالنسبة لرابطة نرزم لها ب  $D_{A-B}$  وحدتها عمليا  $kJ.mol^{-1}$  ، وهي مقدار موجب لأنها تكتسب من طرف المجموعة الكيميائية. عمليا لا تتعلق طاقة الربط بالنسبة لرابطة بالجزيئة التي توجد فيها.

مثلا: طاقة الربط بالنسبة للرابطة  $C-H$  في الجزيئات  $CH_4$  و  $C_8H_{18}$  و  $C_2H_5OH$  هي نفسها:

$$D_{C-H} = 415 kJ.mol^{-1}$$

- في مرحلة ثانية ، تتحد الذرات لتكون الأجسام الناتجة : جزيئات غازية للماء و لثنائي أكسيد الكربون. عند تكون الروابط ، تتحرر طاقة وتحتسب سالبة لكونها تفتقد من طرف المجموعة الكيميائية. بالنسبة للاحتراق الكامل للميثان يكون المخطط الطاقوي الذي يلخص المرحتين كالتالي :



الشكل 2

## معطيات:

- درجة الحرارة ثابتة.

- قيم طاقة الربط لرابطة كيميائية تساهمية :

$$D_{C=O} = 803 kJ.mol^{-1} , D_{C-C} = 345 kJ.mol^{-1} , D_{C-H} = 415 kJ.mol^{-1}$$

$$D_{O-H} = 463 kJ.mol^{-1} , D_{O=O} = 498 kJ.mol^{-1}$$

- الكتل المولية الذرية :

$$M(O) = 16g.mol^{-1} , M(C) = 12g.mol^{-1} , M(H) = 1g.mol^{-1}$$

2.1- بيّن باعتماد المخطط الطاقوي أن الطاقة الناتجة عن الاحتراق الكامل لكمية 1mol من غاز الميثان تساوي :  $E_{r1} = -802 kJ.mol^{-1}$  .

2.2- أرسم على ورقة التحرير المخطط الطاقوي لتفاعل الاحتراق الكامل لكمية 1mol من غاز الإيثان  $n = 2$  .

2.3- أحسب الطاقة المحررة خلال احتراق كامل لكمية 1mol من غاز الإيثان.

- 2.4- أعط التعبير العددي بدلالة  $n$  للطاقة المحررة  $E_{r_n}$  خلال احتراق كامل لكمية  $1\text{mol}$  من الألكان  $C_nH_{2n+2}$ .
- 2.5- نحرق الكمية المناسبة من الألكان  $C_nH_{2n+2}$  لتسخين  $100\text{L}$  من الماء من درجة الحرارة  $20^\circ\text{C}$  إلى درجة الحرارة  $80^\circ\text{C}$ . تتطلب هذه العملية طاقة حرارية تقدر ب  $Q = 25\text{kJ}$ .
- 2.5.1- أعط تعبير  $\gamma$ ، كمية مادة غاز ثنائي أكسيد الكربون الناتجة عن هذه العملية، بدلالة  $n$  و  $Q$ .
- 2.5.2- استنتج أي الألكانات أقل تلويثا للمحيط بغاز ثنائي أكسيد الكربون.
- 2.6- من بين البدائل الطاقية، يمكن استخدام الإيثانول، ذي الصيغة  $C_2H_5-OH$ ، كوقود للسيارات.
- 2.6.1- انطلاقا من تخمر الكلوكوز  $C_6H_{12}O_6$ ، الموجود في بعض النباتات كالشمندر، نحصل على الإيثانول وغاز ثنائي أكسيد الكربون. اكتب معادلة التحول الحاصل.
- 2.6.2- لقطع نفس المسافة  $100\text{km}$ ، تستهلك سيارة الكتلة  $m = 8,28\text{kg}$  من الإيثانول بينما تستهلك سيارة أخرى الكتلة  $m' = 5,40\text{kg}$  من البنزين الذي نعتبره مكونا من الأوكتان  $C_8H_{18}$  فقط. احسب كتلة غاز ثنائي أكسيد الكربون الناتج عن الاحتراق من طرف كل سيارة على حدة؛ استنتج أي الوقودين أقل تلويثا.

## الفيزياء:

### الأجزاء الأربعة مستقلة

#### الجزء الأول: دراسة طاقة لبعض التحولات النووية

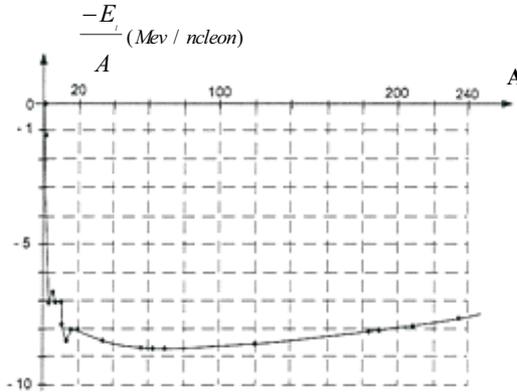
- يحترق تفاعل اندماج  $1\text{g}$  من الهيدروجين  $^1_1H$  طاقة  $E_1$  حسب المعادلة:  $4^1_1H \rightarrow ^4_2He + 2^0_1e$
- يحترق تفاعل انشطار  $1\text{g}$  من اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  طاقة  $E_2$  حسب المعادلة:
- $$^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{141}_{53}I + ^{94}_{39}Y + 3^1_0n$$
- ينتج عن احتراق كامل لكتلة  $1\text{g}$  من الكربون في ثنائي الأوكسجين طاقة  $E_3$ .

معطيات الجزء الأول:

| $^0_1e$ | $^1_0n$ | $^{235}_{92}U$ | $^{141}_{53}I$ | $^{94}_{39}Y$ | $^4_2He$ | $^1_1H$ | النواة أو الدقيقة<br>الكتلة ب(u) |
|---------|---------|----------------|----------------|---------------|----------|---------|----------------------------------|
| 0,0005  | 1,0086  | 234,9933       | 138,8969       | 93,8901       | 4,0015   | 1,0073  |                                  |

- $1u = 931,5\text{MeV} \cdot c^{-2}$
- $1u = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$
- $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$
- $M(C) = 12\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- ثابتة أفوكادرو:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$
- يحترق  $1\text{mol}$  من غاز  $CO_2$  خلال الاحتراق الكامل للكربون طاقة تساوي  $2,46 \cdot 10^{18}\text{MeV}$ .
- سرعة انتشار الضوء في الفراغ:  $c = 3 \cdot 10^8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $1\text{an} \approx 3,15 \cdot 10^7\text{s}$

- 1.1- حدد قيمتي  $x$  و  $A$  .
- 1.2- احسب بالوحدة MeV كل من الطاقتين  $E_1$  و  $E_2$  .
- 1.3- احسب بالوحدة MeV الطاقة  $E_3$  .
- 1.4- رتب تنازليا القيم المطلقة للطاقات الثلاث .
- 1.5- نعتبر منحنى أسطون الممثل في الشكل (1)



الشكل 1

- 1.5.1- ماهو المدلول الفيزيائي لهذا المنحنى؟
- 1.5.2- بين حسب قيمة العدد  $A$  المجالين التقريبيين للنوى القابلة للانحطاط والنوى القابلة للاندماج ، علل .
- 1.5.3- عين مبيانيا رتبة قدر طاقة الربط لنواة  ${}^{56}_{26}Fe$  .
- 1.6- تقدر القدرة الإشعاعية للشمس بحوالي  $P = 4.10^{26}W$  ؛ نعتبر التحولات النووية التي تحدث في داخل الشمس والتي نمذجها بالمعادلة السابقة  $4 {}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + 2 {}^0_1e$  هي المسؤولة عن إنتاج هذه القدرة الإشعاعية.
- علما أن كتلة الشمس هي  $m_s = 2.10^{30}kg$  وأن 10% فقط من هذه الكتلة هي كتلة مجموع نوى  ${}^1_1H$  التي تساهم في تفاعلات الاندماج النووي .
- 1.6.1- احسب  $N$  عدد نوى  ${}^1_1H$  المساهمة في الاندماج النووي.
- 1.6.2- حدد  $\Delta E$  الطاقة الإشعاعية الناتجة عن اندماج العدد  $N$  من النوى  ${}^1_1H$  .
- 1.6.3- حدد بالسنة المدة  $\Delta t$  اللازمة لاستهلاك العدد  $N$  من النوى  ${}^1_1H$  .

### الجزء الثاني: دراسة ميكانيكية مبسطة لاندماج نوويتين

لكي يحدث الاندماج النووي بين نويديتين خفيفتين  $A$  و  $B$  ، يجب ألا تتجاوز المسافة بينهما مسافة حدية  $d_s$  من أجل التغلب على قوى التنافر البينية الكهروساكنة.

وهذا لا يتحقق إلا إذا توفرت المجموعة الميكانيكية المكونة من  $A$  و  $B$  على طاقة كافية.

لدراسة هذا الاندماج ، نعتد نموذجا ميكانيكيا كلاسيكيا مبسطا حيث نعتبر النويديتان  $A$  و  $B$  نقطيتان لهما نفس الكتلة  $m$  و نفس الشحنة الموجبة  $q$  .

نعتبر معلم الفضاء  $\mathcal{R}(O, \vec{i})$  غاليليا و نربط أصله  $O$  بالدقيقة  $A$  في كل لحظة.

تتحرك النويدي  $B$  فقط على المحور  $(OX)$  للمعلم  $\mathcal{R}(O, \vec{i})$  بسرعة  $\vec{v}$  نحو النويدي  $A$  ، ونمعلم موضعها في لحظة  $t$  بالمتجهة  $\vec{OB} = x \cdot \vec{i}$  حيث  $x$  أفصولها. (أنظر الشكل 2)



الشكل 2

تسلط النويذة A على النويذة B قوة عن بعد تعبيرها  $\vec{F}_{A/B} = k \frac{q^2}{x^2} \vec{i}$  حيث  $k$  ثابتة موجبة.

نهمل خلال هذه الدراسة باقي التأثيرات الميكانيكية ونعتبر المجموعة محافظة.

2.1- أكتب تعبير الشغل الجزئي  $\delta W$  للقوة  $\vec{F}_{A/B}$  أثناء انتقال جزئي  $d\vec{l} = dx \cdot \vec{i}$  للنويذة B ، ثم أستنتج الشغل  $W_{M_1 \rightarrow M_2}$  لهذه القوة خلال انتقال النويذة B من نقطة  $M_1$  أفصولها  $x_1$  نحو نقطة  $M_2$  أفصولها  $x_2$  .

2.2- نذكر بالعلاقة الطاقية  $\Delta E_p = -W_{M_1 \rightarrow M_2}$  حيث  $\Delta E_p$  تغير طاقة الوضع للمجموعة الميكانيكية المدروسة .

أكتب تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  للمجموعة بدلالة  $q$  ،  $k$  ،  $m$  ،  $x$  و  $v$  سرعة النويذة B عند لحظة  $t$  .  
نأخذ الحالة المرجعية لطاقة الوضع عندما تكون النويذة B على مسافة كبيرة جدا من النويذة A  $E_p(x \rightarrow \infty) = 0$  .

2.3- تتناسب الطاقة الميكانيكية للمجموعة المدروسة مع  $T$  درجة حرارتها المطلقة وفق العلاقة  $E_m = \alpha \cdot T$  ، حيث  $\alpha$  معامل التناسب موجب .

تصل النويذة B إلى النقطة الحدية ذات الأفصول  $x_s$  بسرعة منعدمة.

2.3.1- أوجد تعبير درجة الحرارة المطلقة  $T$  بدلالة  $k$  ،  $q$  ،  $\alpha$  و  $x_s$  .

2.3.2- باعتماد المعطيات التالية :

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} C \quad k = 9 \cdot 10^9 (S.I) \quad \alpha = 2,07 \cdot 10^{-23} (S.I) \quad \text{و} \quad x_s = d_s = 10^{-15} m$$

احسب درجة الحرارة  $T$  .

2.3.3- نعلم أن تفاعلات الاندماج النووي تحدث داخل الشمس، حيث تصل درجة الحرارة إلى  $T_\odot = 1,5 \cdot 10^7 K$  . هل هذا النموذج الميكانيكي الكلاسيكي يفسر ذلك؟ علل الجواب.

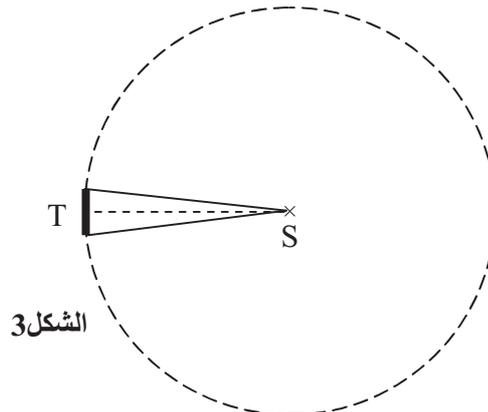
**الجزء الثالث: انتشار الطاقة الشمسية نحو الأرض**  
معطيات :

- مساحة فلكة شعاعها  $r$  :  $s = 4\pi \cdot r^2$  .

- شعاع الأرض :  $R_T \approx 6400 km$  .

- المسافة بين الأرض والشمس :  $D_{ST} \approx 1,5 \cdot 10^8 km$  .

نعتبر الشمس منبعاً ضوئياً نقطياً S يرسل أشعة مستقيمة في جميع اتجاهات الفضاء الكوني بشكل منتظم بقدرة إشعاعية  $P = 4 \cdot 10^{26} W$  . ترد الأشعة الشمسية على سطح الأرض الذي نعتبره قرصاً ذا شعاع  $R_T$  ومركزه T . يبعد مركز الأرض T عن الشمس بالمسافة  $D_{ST}$  (أنظر الشكل 3) .



الشكل 3

3.1- بين أن القدرة الإشعاعية  $P_T$  التي تصل إلى الأرض ، تكتب كالتالي :  $P_T = \frac{1}{4} \left( \frac{R_T}{D_{ST}} \right)^2 . P$ .

3.2- بسبب وجود الغلاف الجوي الأرضي تضيع حوالي 30 % من القدرة  $P_T$ .

احسب  $p$  القدرة الفعلية التي تستقبلها المساحة  $s = 1m^2$  من سطح الأرض.

3.3- يقدر الاستهلاك الطاقى من طرف البشرية خلال سنة كاملة بحوالي  $E = 7.10^{14} kWh$  . لو أمكن استغلال كل الطاقة الشمسية الفعلية الواردة على سطح الأرض ، ما هي المدة الزمنية  $\Delta t$  اللازمة للشمس لتغطية هذه الحاجة الطاقية؟

3.4- يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى أشكال أخرى من الطاقة ، اذكر شكلين منها يمكن استعمالها مثلا في حياتنا اليومية .

**الجزء الرابع: بعض استعمالات الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء**

4.1- تغير توزيع الطاقة الشمسية في الزمان و المكان على سطح الأرض

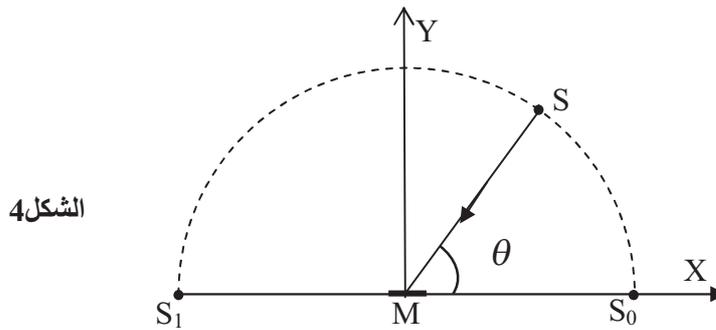
نعتبر في كل هاته الفقرة لوحة شمسية مربعة مركزها  $M$  و مساحتها  $s=1m^2$  وتسقط عليها أشعة الشمس متوازية فيما بينها .

في الشكلين 4 و 5 : لم نحترم المقياس النسبي بين أبعاد اللوحة الشمسية المسطحة وأبعاد الأرض؛ ونمثل هذه اللوحة بالخط العريض .

عندما ترد أشعة الشمس على سطح اللوحة تحت الزاوية  $\theta$  ، يكتب تعبير القدرة الشمسية  $p$  على الشكل  $p = p_0 . \sin \theta$  . حيث  $p_0$  مقدار ثابت بالنسبة للمكان المعتبر على سطح الارض.

فيما يلي نأخذ  $p_0 = 800W$  .

نعتبر أن حركة الشمس  $S$  خلال يوم واحد، بالنسبة لملاحظ مرتبط بالأرض ، حركة دائرية منتظمة حول النقطة  $M$  مركز اللوحة الشمسية ودورها  $T=24h$ ؛ ومستوى مسار الشمس  $(XMY)$  متعامد مع سطح اللوحة. (انظر الشكل 4)



نأخذ لحظة شروق الشمس في النقطة  $S_0$  كلحظة بدئية للحركة حول النقطة  $M$  .

4.1.1- أعط تعبير الأفضول الزاوي  $\theta(t)$  بدلالة الدور  $T$  و الزمن  $t$  .

4.1.2- نذكر بالعلاقة  $p = \frac{dE}{dt}$  بين القدرة اللحظية  $p$  والطاقة الجزئية  $dE$  المتبادلة خلال المدة الزمنية  $dt$  .

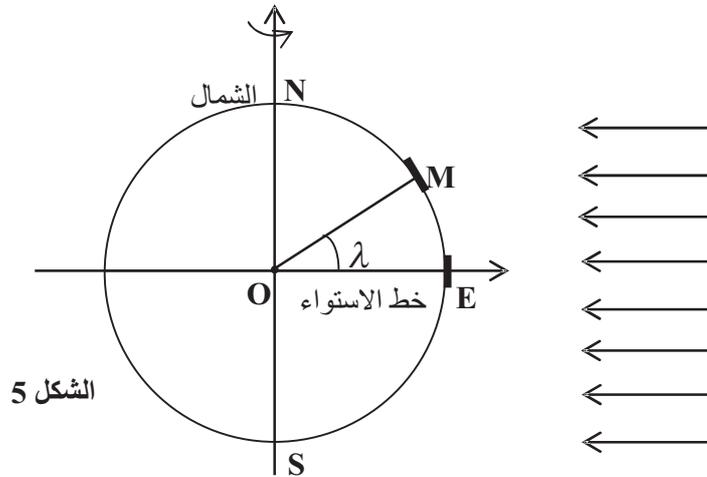
أحسب الطاقة الشمسية  $E$  التي تمتصها اللوحة طيلة نهار مشمس مدته 12 ساعة.

4.1.3- استنتج الطاقة الكهربائية  $E'$  المحصل عليها يوميا من طرف اللوحة ، علما أن مردود اللوحة

أثناء تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية هو  $r = 11\%$  .

4.1.4- هل تبقى قيمة الطاقة الكهربائية  $E'$  ثابتة خلال كل الأيام المشمسة من السنة؟ علل الجواب.

4.1.5- يمثل الشكل 5 الكرة الأرضية التي مركزها O و موقع نقطة M من سطحها والتي نعلمها بالزاوية  $\lambda(\overline{OE}, \overline{OM})$ . توجد اللوحة الشمسية المسطحة المدروسة في المستوى الأفقي للمكان .

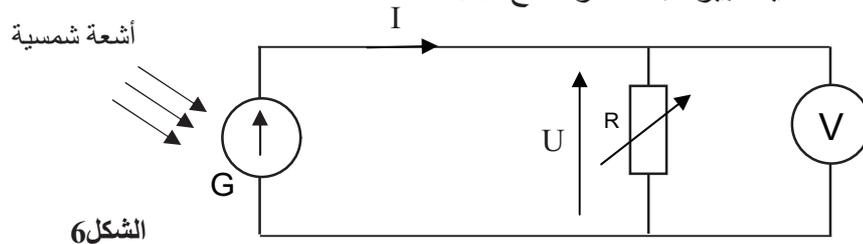


الشكل 5

تدور الأرض بانتظام حول المحور SN نعتبر في هذا السؤال أن كل الأشعة الشمسية تصل الجانب المضاء بالشمس بشكل متواز فيما بينها ومتوازية مع مستوى خط الاستواء .  
توجد اللوحة الشمسية في المغرب في نقطة M ذات زاوية  $\lambda = 34^\circ$  .  
لكي نحصل على أكبر مردود طاقي ، حدد زاوية الميل للوحة بالنسبة للمستوى الأفقي وكذلك الاتجاه الجغرافي المناسب؟ علل الجواب.

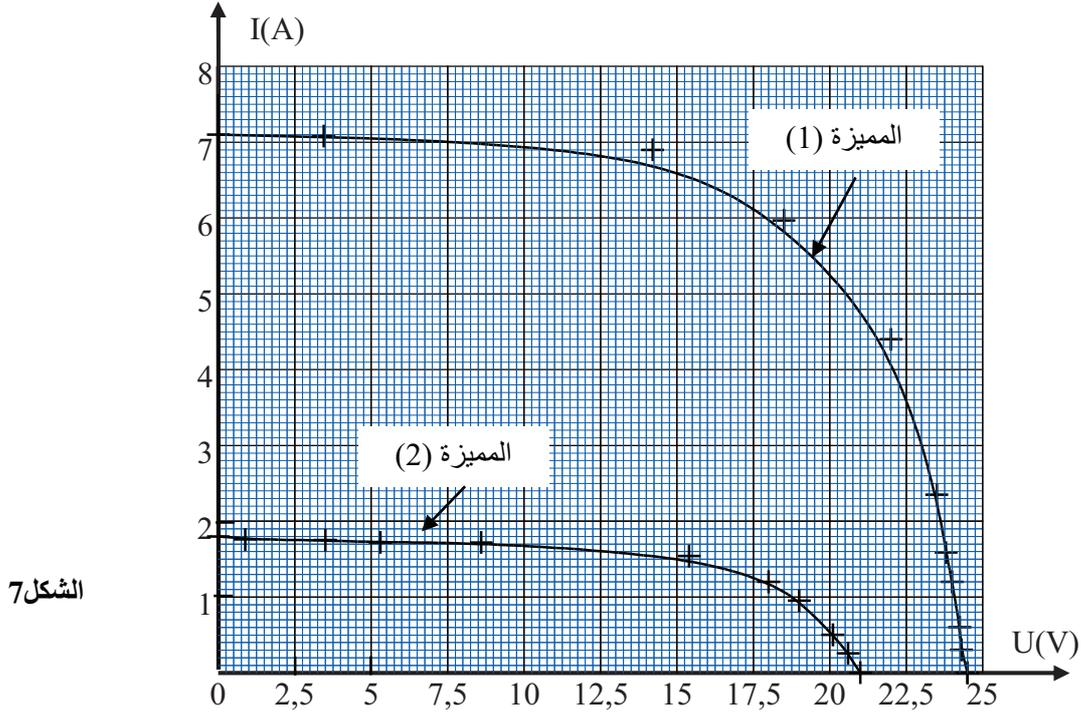
#### 4.2- دراسة مميزة لوحة شمسية:

لدراسة مميزة لوحة شمسية مساحتها  $s=1m^2$  والتي نعتبرها ثنائي قطب نشيط نرمز له بالحرف G، ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 6 .  
بالإضافة للوحة الشمسية، تحتوي الدارة على موصل أومي مقاومته الكهربائية R قابلة للضبط وجهاز فولطمتر V ذي مقاومة داخلية كبيرة جدا مقارنة مع R .



الشكل 6

في مرحلة أولى، تمت التجربة تحت إشعاع شمسي قدرته  $p_1 = 800W.m^{-2}$  ، فنحصل على المميزة (1) و في مرحلة ثانية، تمت التجربة تحت إشعاع شمسي قدرته  $p_2 = 200W.m^{-2}$  ، فنحصل على المميزة (2). انظر الشكل 7



الشكل 7

4.2.1- لماذا تم الاستغناء على جهاز الأمبير متر في التركيب التجريبي لقياس شدة التيار I المار في الدارة؟

4.2.2- حدد  $I_{CC1}$  و  $I_{CC2}$  قيمتي شدة تيار الدارة القصيرة لكل مميزة.

4.2.3- حدد  $U_{CO1}$  و  $U_{CO2}$  قيمتي التوتر بين مربطي اللوحة عند انعدام التيار في الدارة بالنسبة لكل مميزة.

4.2.4- قارن النسبتين  $\frac{I_{CC1}}{I_{CC2}}$  و  $\frac{P_1}{P_2}$  ثم أعط تفسيرا.

### 4.3- تخزين الطاقة الشمسية في مركم

نظرا لعدم انتظام الإشعاع الشمسي الوارد على اللوحة الشمسية لأسباب منها: تعاقب الليل والنهار وكذلك تعاقب الفصول ووجود سحب...، يتعذر الاستعمال المباشر للطاقة الشمسية. لهذا تستعمل مركمات تمكن من تخزين الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية أثناء توفرها.

نستعمل اللوحة الشمسية السابقة G تحت إشعاع شمسي قدرته  $p_1 = 800W.m^{-2}$  لشحن مركم  $G'$  قوته الكهرمحركة المضادة  $E' = 12V$  ومقاومته الداخلية  $r' = 1\Omega$  ومميزته خطية.

4.3.1- اكتب تعبير المميزة  $I = f(U)$  للمركم  $G'$  في الاصطلاح مستقبلي.

4.3.2- حدد إحداثيات نقطة الاشتغال F عند ربط اللوحة الشمسية G بالمركم  $G'$ .

4.3.3- يحمل المركم  $G'$  الإشارة "6Ah". في اللحظة  $t=0$  يكون المركم غير مشحون.

احسب  $\Delta t$  المدة اللازمة لشحنه كليا بواسطة اللوحة G.

4.3.4- استنتج قيمة الطاقة الحرارية المبددة بمفعول جول في المركم  $G'$  خلال مدة الشحن.

### 4.4- استعمال الطاقة الشمسية لضخ الماء

تقدر الحاجيات اليومية المتوسطة من الماء الشروب لمنزل معزول في البادية بالحجم  $V = 420L$ . لتأمين هاته الحاجيات نستعمل مضخة تزودها ألواح شمسية بتوتر  $U = 24V$ .

توفر هذه المضخة صبيبا  $D = 0,1L.s^{-1}$  وذلك بسحب الماء من بئر عمقها  $h = 24m$ .

نعتبر مجال الثقالة منتظما ونأخذ  $g = 10 m.s^{-2}$  .

نعطي الكتلة الحجمية للماء  $\rho = 1 kg.L^{-1}$  .

4.4.1- احسب المدة الزمنية  $\Delta t$  للاشتغال اليومي لهذه المضخة لتوفير حاجيات المنزل من الماء الشروب.

4.4.2- حدد القيمة المطلقة الدنوية للشغل  $W_m$  اللازم لسحب الحجم  $V = 420L$  من الماء من البئر .

4.4.3- استنتج  $P_m$  قيمة القدرة الميكانيكية للمضخة .

4.4.4- احسب القدرة الكهربائية  $P_e$  الممنوحة للمضخة علما أن شدة التيار الكهربائي المستمر المار

عبرها هي  $I = 2,5A$  .

4.4.5- أوجد المردود  $r$  لهذه المضخة الكهربائية أثناء اشتغالها.



## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

موضوع علوم المهندس  
هندسة ميكانيكية



## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

مدة الإنجاز: 4 ساعات

علوم المهندس - هندسة ميكانيكية

يوليوز 2011

### PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE :

#### INTRODUCTION :

Les matières plastiques ont envahi notre quotidien et il est difficile aujourd'hui de leur échapper. Les consommateurs les assimilent à un produit « jetable ». Pourtant, il devient impératif de réagir car elles représentent plus de 10 % de la masse totale des ordures ménagères.

Cette confirmation a été révélée aussi par l'étude réalisée en juin 2005, par le groupement ADS Maroc-EDIC pour le compte du Département de l'Environnement et du METAP (Mediterranean Environmental Technical Assistance Program). La dite étude a pour objet le développement de l'activité de recyclage des déchets solides ménagers et assimilés au Maroc. Ceci a permis d'établir des indicateurs analytiques clés relatifs aux aspects techniques, organisationnels, financiers et sociaux du secteur. La connaissance de ces indicateurs a apporté pour la première fois au Maroc, un éclairage complet aux décideurs et aux opérateurs publics et privés, sur les différentes facettes du secteur de recyclage au Maroc.

Les produits plastiques les plus répandus, faisant l'objet de recyclage, sont le PET (Le polyéthylène téréphtalate : **figure 1**), le PEHD (polyéthylène haute densité), le PVC et les caoutchoucs. De nombreuses sociétés sont actuellement actives dans le domaine de la plasturgie dont une partie fonctionne principalement à l'aide des produits de recyclage. Casablanca représente la plateforme la plus importante de l'industrie de la plasturgie et également du recyclage des produits récupérés.

Les bouteilles plastiques par exemple, sont difficilement décomposées par les micro-organismes : inattaquables, elles ne sont pas biodégradables. Ces propriétés sont, à terme, une cause de pollution durable. Leur recyclage ou leur traitement est donc impératif.

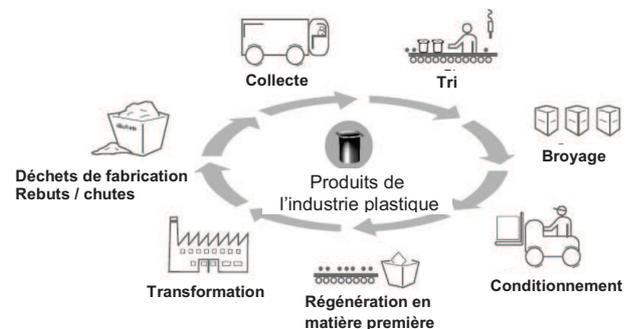


**Figure 1 : Bouteilles en PET**

Ainsi par leur recyclage, on réduit le tonnage des ordures incinérées et on économise une quantité importante de pétrole étant donné que le PET est produit à partir de pétrole.

Ce recyclage comprend plusieurs étapes symbolisées sur **la figure 2** ci-contre :

- la collecte des bouteilles ;
- le tri des bouteilles ;
- le broyage sous forme de paillettes ;
- le conditionnement en sac ;
- la régénération en matière première ;
- la transformation en nouveaux produits de consommation ;
- la gestion des déchets.



**Figure 2 : Cycle de recyclage des bouteilles PET**

Dans ce contexte, notre support d'étude sera deux filières d'une usine de recyclage à savoir la filière de tri et conditionnement des bouteilles PET et la filière de tri et conditionnement des bouteilles PEHD.

La filière de tri et conditionnement des bouteilles PET, est présentée en détail sur le document ressources page 18. Cette filière prend en charge les bouteilles depuis leur arrivée, sous forme de balles compressées, jusqu'à la sortie de sacs de paillettes de PET.

**Principe de tri des bouteilles en PET :**

Le document ressources page 18 présente les caractéristiques techniques et le principe de fonctionnement de la machine de tri. Les bouteilles non triées arrivent par le tapis convoyeur 1 dont la vitesse est donnée par un capteur optique monté sur le tambour d'entraînement 6. Elles passent ensuite devant une tête de lecture infrarouge 2 qui relève le spectre correspondant au matériau de chaque bouteille. Après reconnaissance de l'objet par analyse du spectre, deux cas sont possibles :

- Cas n°1 : l'objet est en PET : celui-ci est convoyé par simple gravité sur le tapis 5;
- Cas n° 2 : l'objet n'est pas en PET : il est alors dévié de sa trajectoire par une buse de soufflage 3 pour atterrir sur le tapis 4.

**Fonctionnement de l'installation de remplissage : (Figure 3)**

L'installation est prévue pour remplir des sacs (big bags), alternativement sur une ligne de gauche et sur une ligne de droite (non représentée ici), en commençant, à la mise en route, par celle de gauche. Les big bags pleins sont transportés sur des palettes déplacées par des engins de manutention. L'opérateur pose une palette sur le convoyeur d'entrée. Lorsque celle-ci est détectée par la cellule 1, une temporisation s'enclenche et la palette est entraînée vers la station de remplissage au bout de 20 secondes par les 2 moteurs convoyeurs. Le passage devant la cellule 2 du convoyeur 2 arrête les moteurs.

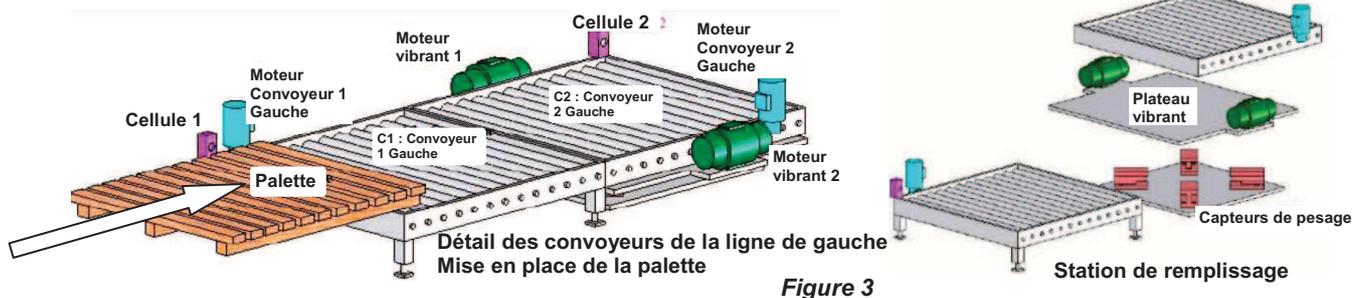


Figure 3

L'opérateur installe alors un big bag, à partir de la passerelle centrale existante, sur la ligne gauche puis sur la ligne droite. Les bras pivotants, Figure 4 page 3, sont munis de crochets et de pinces permettant d'accrocher les bretelles des sacs et de les maintenir ouverts tout au long du remplissage. Chaque station de remplissage est composée de :

- un convoyeur **C1** « entrée et sortie » constitué de rouleaux entraînés par un moteur (Moteur Convoyeur 1) ;
- un convoyeur **C2** monté sur 4 capteurs de pesage ;
- un plateau vibrant, équipé de 2 vibreurs, fixé sous le convoyeur **C2** et permettant la vibration du contenu du big bag pour optimiser le remplissage.

Le remplissage d'un sac se déroule après une mise en route manuelle selon le scénario suivant :

- le produit remplit le sac jusqu'à une masse **M1** qui déclenche la mise en route du vibreur n°1 du plateau concerné ;
- quand on atteint la masse **M2**, le deuxième vibreur se met en route ;
- à la masse **M3**, les vibreurs passent en basse fréquence, ce qui améliore le tassement du produit ;
- à la masse **M4**, la vanne d'arrivée du produit bascule et le remplissage commence sur l'autre ligne ;
- lorsqu'un sac est rempli, un opérateur vient le refermer et commande son convoyage « sortie ».

En fonction du produit, on peut faire varier la valeur des masses **M1** à **M4** et la fréquence de vibration.

L'installation est pilotée à partir d'une armoire électrique comprenant un terminal de dialogue et deux indicateurs de pesage numériques affichant la masse sur chacune des deux lignes.

**Mécanisme de changement des sacs :**

La figure 4, page suivante, représente le mécanisme d'accrochage des sacs. Les sacs sont munis de 4 poignées fixées aux 4 crochets **C1**, **C2**, **C3** et **C4** montés eux-mêmes sur deux bras pivotants autour des

axes **X1** et **X2**. Les crochets **C2** et **C4** peuvent translater respectivement suivant ces deux axes pour permettre à l'opérateur de fixer plus facilement les sacs.

Un vérin pneumatique double effet à simple tige permet de faire pivoter simultanément les deux bras supportant les crochets.

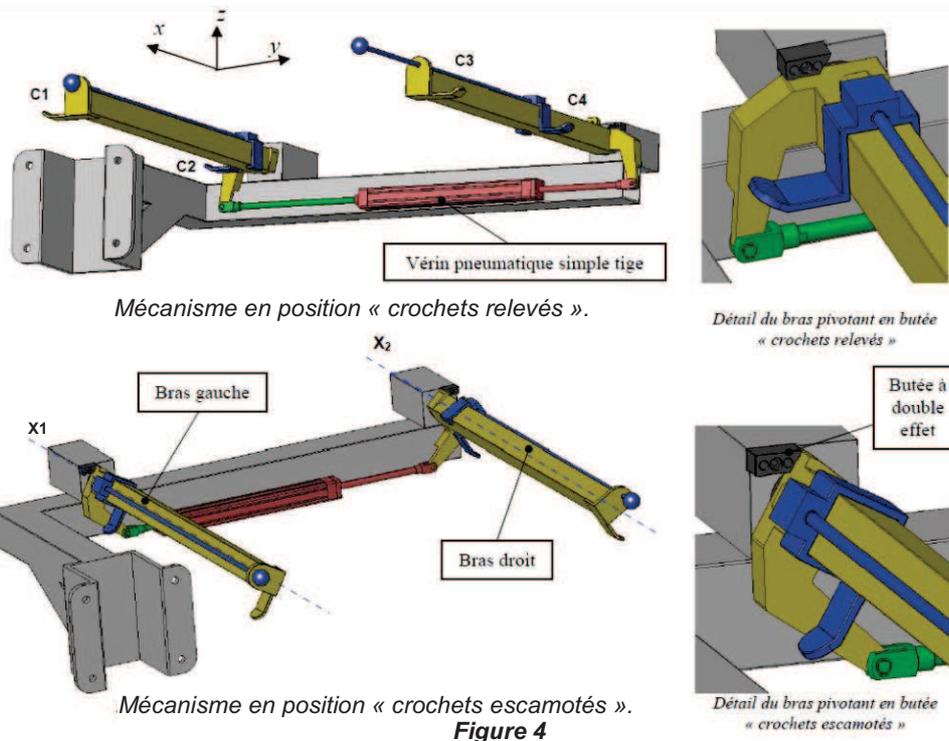


Figure 4

### Objectifs de l'étude :

Vous faites partie d'une équipe chargée de vérifier, dans un premier temps, les performances de cette filière de tri et ce dans le but de l'utiliser dans une usine de recyclage en respectant les contraintes suivantes, imposées par leurs clients :

- C1.** Approvisionnement en continu de la filière de transformation à raison de **15000 tonnes** de paillettes PET **par an** ;
- C2.** Matière première PET avec un taux de contamination\* inférieur à **1%** ;
- C3.** Transformation du PET sous forme de paillettes de taille maximale **8 mm** ;
- C4.** Stockage du PET dans des sacs (*big bags*) de volume de **2 m<sup>3</sup>** et de masse **1 tonne**.

\* Le taux de contamination d'un matériau représente le pourcentage en masse de matériaux parasites présents dans le matériau initial et pouvant entraîner des défauts lors de sa transformation.

Ensuite, dans un deuxième temps, vous aller procéder à une étude partielle de reconception éventuelle et de production de quelques pièces constituantes du système étudié.

### Situation d'évaluation 1 : /22 pts

La machine de tri doit séparer correctement les bouteilles de PET et de PEHD en regard de la contrainte client **C2**. Aussi, les tapis convoyeurs **1** et **5** de la machine de tri, document ressources page **18**, doivent être correctement espacés pour pouvoir éjecter les bouteilles non PET tout en permettant le passage par gravité des bouteilles PET.

L'étude du positionnement des tapis doit se faire en se plaçant dans les conditions suivantes :

- vitesse constante du tapis **V=2,5 m/s** ;
- dimension objet : 300×100×20 (bouteille aplatie : Longueur × largeur × hauteur) ;
- masse d'une bouteille : **42 g** ;
- l'objet se présente longitudinalement sur le tapis (c'est le cas le plus défavorable pour le calcul d'encombrement) ;

- une seule buse de soufflage est actionnée à la fois ;
- la direction de soufflage est supposée verticale ;
- la position entre les deux tapis est fixée. Les distances horizontales  $Xt$  et verticale  $Yt$  sont précisées sur le schéma « Position initiale » document ressources page 19.

Pour ce faire, on vous demande d'effectuer les tâches suivantes :

### TACHE N° 1 :

Avant tout, il est indispensable d'appréhender l'élaboration des matières plastiques et le fonctionnement de la machine de tri. Sur les documents réponses pages 9 et 10 :

- Donner l'origine des matières plastiques, sachant que les matières plastiques ou les polymères sont élaborés à partir des molécules de base appelés monomères ;
- Compléter la molécule du monomère (molécule d'éthylène) ;
- Citer les principales familles des matières plastiques, et donner quelques exemples d'applications ;
- Compléter l'actigramme du convoyeur (figure 3 page 2);
- Identifier le type de convoyeur utilisé ;
- Citer d'autres types de convoyeur ;
- Compléter la chaîne fonctionnelle du tri par jet d'air (document ressources page 18) ;
- Compléter le schéma cinématique du mécanisme de changement des sacs (fig.4 page 3).

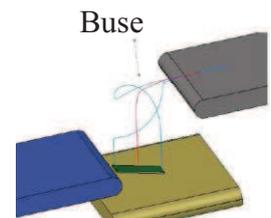
### TACHE N° 2

La bouteille est en PET, la trajectoire suivie par l'objet lors d'une simulation mécanique est donnée par la figure du document ressources page 19 : De **A** à **B** l'objet reste en contact avec le tapis. De **B** à **C** l'objet n'a plus de support. Les équations du mouvement du centre de gravité G d'une bouteille en PET par rapport au repère  $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  sont alors :  $y = -\frac{1}{2} g(t - t_B)^2$  et  $x = -Vt$  avec  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  et  $t_B$  temps nécessaire à l'objet pour arriver au point B.

- Déterminer la position du point de chute du centre de gravité de la bouteille sur le tapis 5 (étude de l'objet ramené à un point matériel). On néglige les effets de portance de l'air pour se placer dans le cas le plus défavorable ;
- La distance horizontale  $Xt$  choisie de **500 mm** est-elle suffisante ?
- De combien peut-on augmenter cette distance si la vitesse du tapis passe à **2,8 m/s** et si la hauteur  $Yt$  est conservée ?

### TACHE N° 3 :

La bouteille n'est pas en PET (soufflage). Pour que la bouteille soit correctement chassée vers le bas, le déclenchement de la buse de soufflage doit avoir lieu lorsque le centre d'inertie de la bouteille passe dans le plan de soufflage (figure ci-contre).



- Relever, à l'aide du document ressources page 18, l'effort exercé par la buse de soufflage sachant qu'elle est sous pression d'alimentation de **8 bar** ;
- Déterminer le temps  $t_s$  de déclenchement de la buse de soufflage (passage du centre d'inertie G devant le plan de soufflage) à partir de la fin de mesure du spectre (temps  $t_0$ ) ;

La figure du document réponse page 10 représente la bouteille en mouvement à l'instant  $t_s$ .

- Compléter la figure en y ajoutant :
  - les actions mécaniques exercées sur la bouteille (sens et direction) ;
  - les composantes du vecteur vitesse du centre d'inertie **G** de la bouteille par rapport au bâti ;
- Donner les valeurs numériques de ces composantes du vecteur vitesse.

### **Situation d'évaluation 2 : /18 pts**

En regard de répondre aux contraintes clients **C1** et **C4**, il est utile de vérifier les performances du poste de conditionnement en sacs (big bags) de 1 tonne sur la filière de recyclage des bouteilles en PET. Cela revient à vérifier les performances du mécanisme de chargement des sacs page 3 et de procéder à des éventuelles reconceptions si nécessaire. Pour cela, effectuer les tâches ci-après :

### TACHE N° 1 :

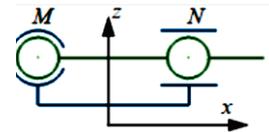
Un des constituants du mécanisme de chargement est le vérin pneumatique double effet à simple tige. Les deux positions extrêmes « crochets relevés » et « crochets escamotés » (contacts avec la butée) sont obtenues alors que la tige du vérin n'est pas encore complètement sortie ou rentrée. Aussi, l'effort maximal exercé par le sac est obtenu juste avant le changement du sac, lorsque celui-ci est rempli et la table vibrante escamotée. Bien que le sac, par sa texture, repose en partie sur le convoyeur, la masse soutenue par les crochets reste égale à **25 %** de la masse totale du sac. En respectant les conditions de l'étude et en utilisant les figures et les données du document ressources page **19**, sur le document réponses page **11** :

- Déterminer quelle doit être la course minimale du vérin pour assurer un fonctionnement correct sachant que la tige de ce dernier permet de faire pivoter **simultanément les deux bras** supportant les crochets ;
- Déterminer par une étude analytique l'effort minimal que doit exercer le vérin pour maintenir les crochets relevés ;
- Déduire la résultante  $\vec{R}$  des actions du palier **1** sur le bras levier **3** gauche (document ressources page **22**) ;
- Déterminer le diamètre minimal du piston si la pression d'alimentation du vérin est de **10 bar** et vérifier si le vérin référence : **CP95SDB40-400** est convenable.

### TACHE N° 2 :

Afin d'évaluer la pression de contact au niveau de chaque palier composant les liaisons pivot palier **1** / bras levier **3** (doc. Res. Page **22**), on utilise le modèle suivant (schéma ci-contre) :

- En M : liaison rotule ;
- En N : liaison linéaire annulaire.



La suite de l'étude statique menée dans le cas le plus défavorable de charge, permet de calculer la répartition des efforts dans chacune des liaisons.

$$\vec{R}_{M \text{ BATT} \rightarrow \text{BRAS}} = \begin{pmatrix} X_M = 0 \\ Y_M = -732\text{N} \\ Z_M = -9320\text{N} \end{pmatrix}_{(x, y, z)} \quad \vec{R}_{N \text{ BATT} \rightarrow \text{BRAS}} = \begin{pmatrix} X_N = 0 \\ Y_N = 1988\text{N} \\ Z_N = 11621\text{N} \end{pmatrix}_{(x, y, z)}$$

Cette liaison pivot est constituée technologiquement par deux coussinets « SKF PSMF455535A51 » (document ressources page **20**). Sur le document réponse page **11** :

- Calculer la charge radiale maximale du coussinet le plus chargé dans le plan  $(\vec{y}, \vec{z})$  ;
- Déterminer la pression de surface exercée sur le coussinet le plus chargé ;
- Les coussinets sont-ils correctement dimensionnés ? Justifier votre réponse.

### TACHE N° 3 :

Les big bags pleins sont transportés sur des palettes déplacées par des engins de manutention. En vu de respecter la cadence demandée est d'assurer la manutention dans de bonnes conditions, le bureau d'étude à juger nécessaire d'équiper les engins de manutention par des roues (motrices et réceptrices). Vous êtes appelez à effectuer la conception graphique d'une solution technologique assurant le guidage en rotation d'une roue arrière par l'intermédiaire de deux roulements type **BC 35-62-14**. Sur le document réponses page **12** :

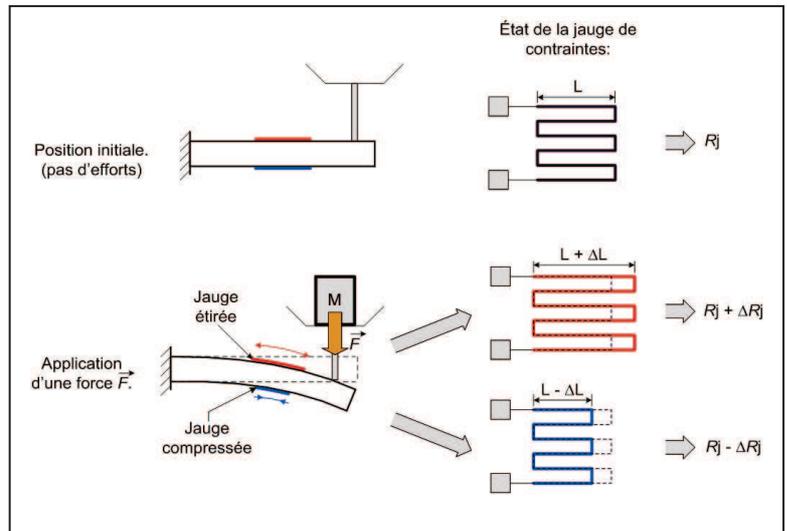
- Donner la signification de la désignation **BC 35-62-14** ;
- Déterminer le rapport de réduction de l'échelle de représentation du dessin incomplet de la roue arrière de l'engin de manutention des big bags ;
- Proposer, par représentation graphique, la liaison pivot assurant le guidage en rotation de celle-ci ;
- Indiquer les types d'ajustements à installer sur les portées des deux roulements.

### Situation d'évaluation 3 : /20 pts

Le poste de remplissage des « big bags » utilise une balance pour le pesage des paquets. Cette balance utilise des capteurs de forces composés, en général, de jauges de contraintes fixées sur un corps d'épreuve (voir documents ressources pages **20** et **21**).

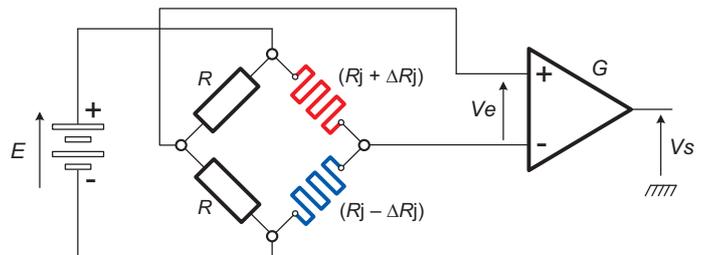
La figure ci-contre montre clairement le principe de fonctionnement de la partie capteur de force qui transforme une variation de force en une variation de résistance.

Sous l'effet du poids du paquet à peser, la résistance électrique des jauges de contraintes est modifiée: elle passera d'une valeur initiale (état de repos) de  $R_j$  à la valeur  $(R_j + \Delta R_j)$  pour la jauge qui subie un allongement et à  $(R_j - \Delta R_j)$  pour celle qui subie une compression. La raideur du corps d'épreuve est normalement choisie en fonction du poids maximum que doit supporter le poste de pesage. Il est donc utile d'étudier le circuit de conditionnement du signal fourni par les jauges et une partie du circuit de traitement associé.



### TACHE N° 1 :

Le circuit électrique de conditionnement est formé d'un pont Wheatstone (voir document ressources page 21) et d'un amplificateur de tension de gain  $G$ . Le pont de Wheatstone transforme la variation de la résistance  $R_j$  en une variation de tension alors que l'amplificateur amplifie la tension fournie par le pont. Sur document réponses page 13 :



- Compléter le schéma bloc qui représente la chaîne de mesure du poids ;
- On choisie la valeur des résistances  $R$  de sorte quelles soient égales à la valeur initiale des jauges de contraintes:  $R = R_j$ . En l'absence de force  $F$ , donner l'expression de  $V_e$ , la tension de sortie du pont. Quelle remarque peut-on faire dans ce cas?
- On applique une force  $F$  sur le corps d'épreuve, la résistance électrique des jauges de contraintes varie et devient  $(R_j + \Delta R_j)$  et  $(R_j - \Delta R_j)$ : montrer alors que la tension  $V_e$  peut se mettre sous la forme:

$$V_e = \frac{E}{2} \times \frac{\Delta R_j}{R_j}$$

- On admettra que la tension  $V_s$  varie proportionnellement à la force  $F$  selon la loi suivante:

Calculer dans ce cas,  $V_s'$ , la tension correspondante au sac vide de masse totale (sac + équipage de support)  $M' = 1200 \text{ Kg}$  et  $V_s''$  la tension correspondante au sac plein contenant  $1000 \text{ Kg}$  de bouteilles entassées.

- Le poste de pesage à été prévu pour supporter un poids maximum de  $3500 \text{ Kg}$ , calculer alors la valeur maximale de la tension  $V_s$ , notée  $V_{smax}$ .

### TACHE N° 2:

Le traitement de la tension  $V_s$  (proportionnelle au poids de la charge des sacs) se fait à l'aide d'un microcontrôleur. Le microcontrôleur assure les fonctions suivantes:

- transforme la tension (analogique)  $V_s$  en une valeur binaire (numérique) grâce à son convertisseur Analogique / Numérique (CA/N) intégré dans le microcontrôleur;

- traite la valeur numérique correspondant à  $V_s$  pour afficher directement le poids de la charge des sacs en Kg sur un groupe d'afficheurs à 7 segments;
- élabore des signaux de commande pour le contrôle des moteurs vibrants 1 et 2 (figure 3 page 2).

Dans cette tâche on se propose d'étudier la première fonction qui consiste en la conversion de la tension  $V_s$  en un code binaire. Cette fonction est assurée par le convertisseur Analogique / Numérique CA/N (document ressource page 21).

Le microcontrôleur utilisé dans cette application possède un CA/N ayant  $n = 8$  bits et dont la tension de référence est fixée à  $V_{ref} = 5v$ . Sur le document réponses page 13 :

- On applique la tension  $V_{smax} = 5v$  sur l'entrée du CA/N, le code numérique obtenu à la sortie du CA/N est 255 en décimal: interpréter ce résultat puis donner l'équivalent binaire et hexadécimal de ce code ;
- Donner le code numérique en décimal (prendre uniquement la partie entière) et son équivalent hexadécimal que devrait fournir le CA/N dans le cas où le sac est vide ;
- Quelle est la valeur minimale du poids (en Kg) mesurable par ce CA/N? Cette valeur respecte-t-elle le cahier des charges? Expliquer.

#### Situation d'évaluation 4: /40 pts

Le palier 1 et le coussinet 7 sont deux pièces qui participent à la réalisation du guidage en rotation du bras levier 3 supportant les crochets. Le bureau d'étude de l'entreprise a établi les dessins de définition de ces deux pièces, documents ressources pages 22 et 23. Vous êtes appelés à faire l'étude partielle de la production de ces deux pièces en une série de 500 pièces/ mois pendant 2 ans. A ce propos, on vous demande de réaliser les tâches suivantes :

#### TACHE N° 1:

Il est utile, tout d'abord, de faire une lecture du dessin de définition du palier et de définir son dessin du brut capable. Sur le document réponses page 14, on vous demande de :

- Identifier et expliciter la nuance du palier 1 ;
- Donner les propriétés de ce matériau ;
- Identifier le procédé d'élaboration de brut du palier, et justifier votre réponse ;
- Compléter le dessin du brut capable du palier en indiquant :
  - Les surépaisseurs d'usinage ;
  - Le plan de joint.
- Compléter le tableau des spécifications géométriques ;
- Donner la signification de  $A = M10$ . De quelle opération s'agit-il ? Donner l'outil permettant sa réalisation.

#### TACHE N° 2:

Etude de la phase 10 : usinage de F1. Sur les documents réponses pages 14 et 15 :

- Repasser la surface usinée en trait fort ;
- Etablir la mise en position relative à l'usinage de F1 ;
- Installer la cote fabriquée ;
- Installer l'outil permettant la réalisation de cet usinage ;
- Calculer le temps technologique (de coupe), sachant que  $V_c = 80 \text{ m/mn}$ ,  $f_z = 0,1 \text{ mm/tr/dent}$ , le diamètre de la fraise  $\varnothing_{\text{fraise}} = \varnothing 160 \text{ mm}$ , le nombre de dents  $Z = 14 \text{ dents}$  et la longueur d'usinage  $L = 160 \text{ mm}$ .
- Calculer le nombre de pièces ( $N_p$ ) usinées avec le même outil, sachant que les coefficients de la loi de Taylor sont :  $n = -3$  et  $C_v = 19 \cdot 10^6$ .

**TACHE N° 3:**

Etude de la phase **20** : Usinage de **D1** et **D2**. Cette phase est réalisée sur une aléuseuse. Sur le document réponses page **15** :

- Proposer une autre machine permettant la réalisation des opérations de cette phase ;
- Etudier l'outil réalisant l'opération d'alésage de **D1**, sachant que celle-ci est réalisée à l'aide d'une barre d'alésage, en installant les plans du référentiel en main (**Pr**, **Ps**, **Pf**, **Po**), ainsi que les angles de faces orthogonaux ( $\alpha_o$ ,  $\beta_o$ ,  $\gamma_o$ ) et l'angle de direction d'arête  $K_r$  ;
- Quelle sera l'influence de l'usure de l'outil sur les dimensions des pièces produites ?

**TACHE N° 4:**

La métrologie est une phase importante dans le processus de réalisation d'une pièce pour sa conformité ou non-conformité au cahier des charges. Sur le document réponses page **15** :

- Préciser la différence entre contrôle et mesure ;
- Donner un moyen de contrôle et de mesure de l'alésage **D1** ;
- Donner le moyen et la procédure de contrôle de cette spécification 

|    |   |      |
|----|---|------|
| F1 |  | 0,05 |
|----|---|------|
- Sur une machine à mesurer tridimensionnelle MMT, donner le nombre de point à palper pour le contrôle de la surface **F1** (voir document ressources page **23**).

**TACHE N° 5:**

Etude de la production du coussinet **7**, documents ressources page **23** et **24**. Les coussinets sont élaborés par trois modes d'élaborations : frittage, usinage ou roulage. Sur les documents réponses pages **15** et **16** :

**Dans le cas par frittage :**

- Identifier et expliciter la nuance du matériau du coussinet **7** ;
- Citer trois caractéristiques de ce matériau, et donner sa couleur ;
- Donner le principe du frittage ;
- Donner l'avantage et l'inconvénient de ce procédé.

**Dans le cas par usinage :**

Pour augmenter la productivité et la précision, le bureau des méthodes décide de réaliser la phase **10** sur un Tour à commande numérique **2 axes** par les deux modes de programmation, par programmation manuel et par logiciel CFAO **Featuecam**. En utilisant les documents ressources pages **23** et **24** :

- Donner la différence entre le mode absolu **G90** et le mode relatif **G91** ;
- Compléter le tableau des coordonnées des points du profil finition (**1** à **6**) en mode relatif **G91** ;
- Compléter le tableau des coordonnées des points du profil finition (**1** à **6**) en mode absolu **G90**.
- Etablir le programme du profil finition, points (**1** à **6**) de l'opération de dressage de **F1** et chariotage-dressage (**D1**, **F2**) et les chanfreins **C1** et **C2** en mode absolu **G90**.

Pour élaborer le programme par logiciel de CFAO Featurecam, il faut concevoir le profil à usiner, simuler puis afficher le programme. En se référant au document ressources page **24** et sur document réponses page **17** :

- Décrire les étapes pour concevoir le profil finition relatif aux opérations **F1**, (**D1**, **F2**), **C1** et **C2** (points **1** à **6**) ;
- Décrire la procédure pour simuler l'usinage ;
- Donner l'étape et entourer l'icône pour afficher le programme.

Documents réponses

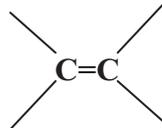
Situation d'évaluation 1 : /22 pts

TACHE N° 1 :

a- L'origine des matières plastiques, sachant que les matières plastiques ou les polymères sont élaborés à partir des molécules de base appelés monomères :

.....

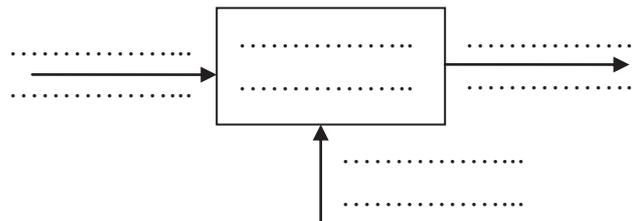
b- La molécule du monomère (molécule d'éthylène) :



c- Les principales familles des matières plastiques, et donner quelques exemples d'applications :

.....  
 .....  
 .....

d- L'actigramme du convoyeur :



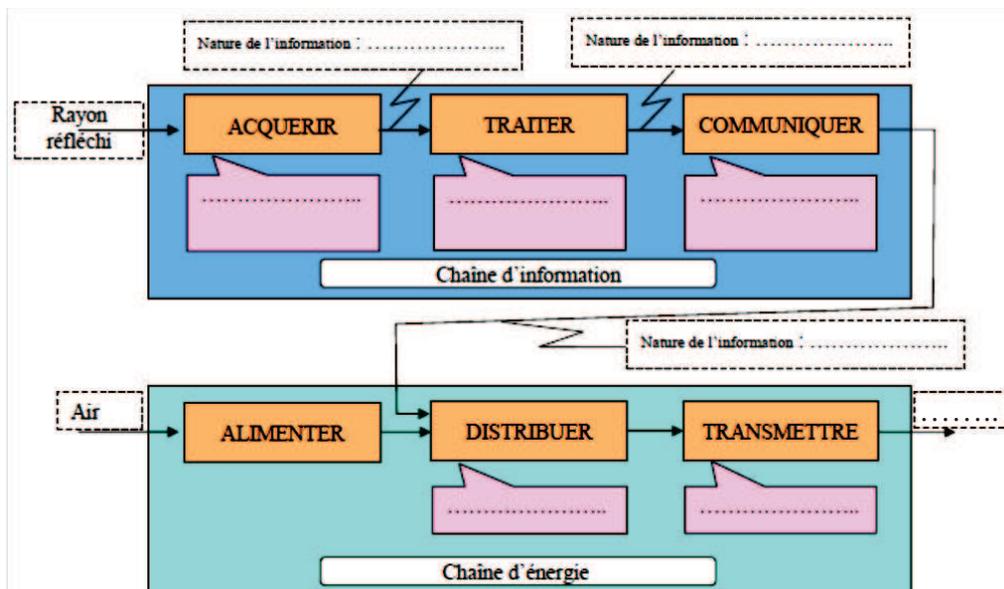
e- Le type de convoyeur utilisé :

.....

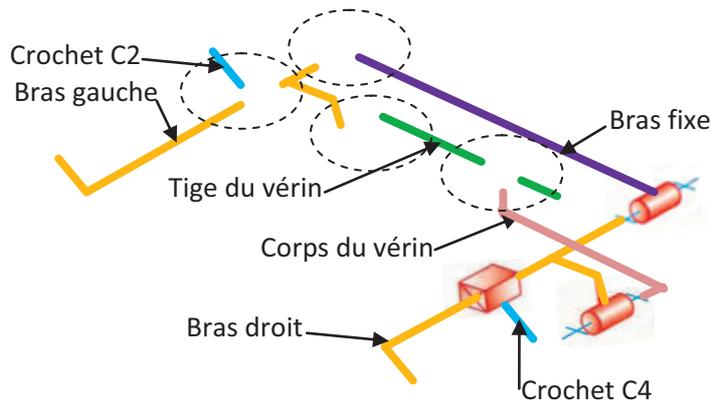
f- D'autres types de convoyeurs :

.....  
 .....

g- La chaîne fonctionnelle du tri par jet d'air :



h- Compléter le schéma cinématique en 3 D du mécanisme de changement des sacs :



**TACHE N° 2 :**

a- La position du point de chute du centre de gravité de la bouteille sur le tapis 5 (étude de l'objet ramené à un point matériel). On néglige les effets de portance de l'air pour se placer dans le cas le plus défavorable :

.....

.....

.....

b- La distance horizontale  $X_f$  choisie de 500 mm est-elle suffisante ?

.....

.....

c- De combien peut-on augmenter cette distance si la vitesse du tapis passe à 2,8 m/s et si la hauteur  $Y_f$  est conservée ?

.....

.....

**TACHE N° 3 :**

a- L'effort exercé par la buse de soufflage sachant quelle est alimentée sous une pression de 8 bar :

.....

.....

b- Le temps  $t_s$  de déclenchement de la buse de soufflage à partir de la fin de mesure du spectre (temps  $t_0$ ) :

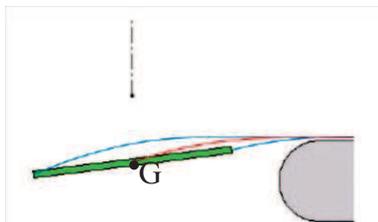
.....

.....

.....

c- Compléter la figure en y ajoutant :

- les actions mécaniques exercées sur la bouteille (sens et direction) ;
- les composantes du vecteur vitesse du centre d'inertie G de la bouteille par rapport au bâti :



d- Les valeurs numériques de ces composantes du vecteur vitesse (prendre  $t_s = 0,153 \text{ s}$ ) :

.....

.....

.....

.....

.....

**Situation d'évaluation 2 : /18 pts**

**TACHE N° 1 :**

a- La course minimale du vérin pour assurer un fonctionnement correct sachant que la tige de ce dernier permet de faire pivoter simultanément les deux bras supportant les crochets :

.....

b- L'effort minimal que doit exercer le vérin pour maintenir les crochets relevés :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

c- La résultante  $\vec{R}$  des actions du bâti sur le bras gauche :

.....

d- Le diamètre minimal du piston si la pression d'alimentation du vérin est de 10 bars et vérification si le vérin référence : CP95SDB40-400 est convenable :

.....

.....

.....

**TACHE N° 2 :**

a- La charge radiale maximale du coussinet le plus chargé dans le plan  $(\vec{y}, \vec{z})$  :

.....

.....

b- La pression de surface exercée sur le coussinet le plus chargé :

.....

.....

c- Les coussinets sont-ils correctement dimensionnés ? Justifier votre réponse :

.....

.....

**TACHE N° 3 :**

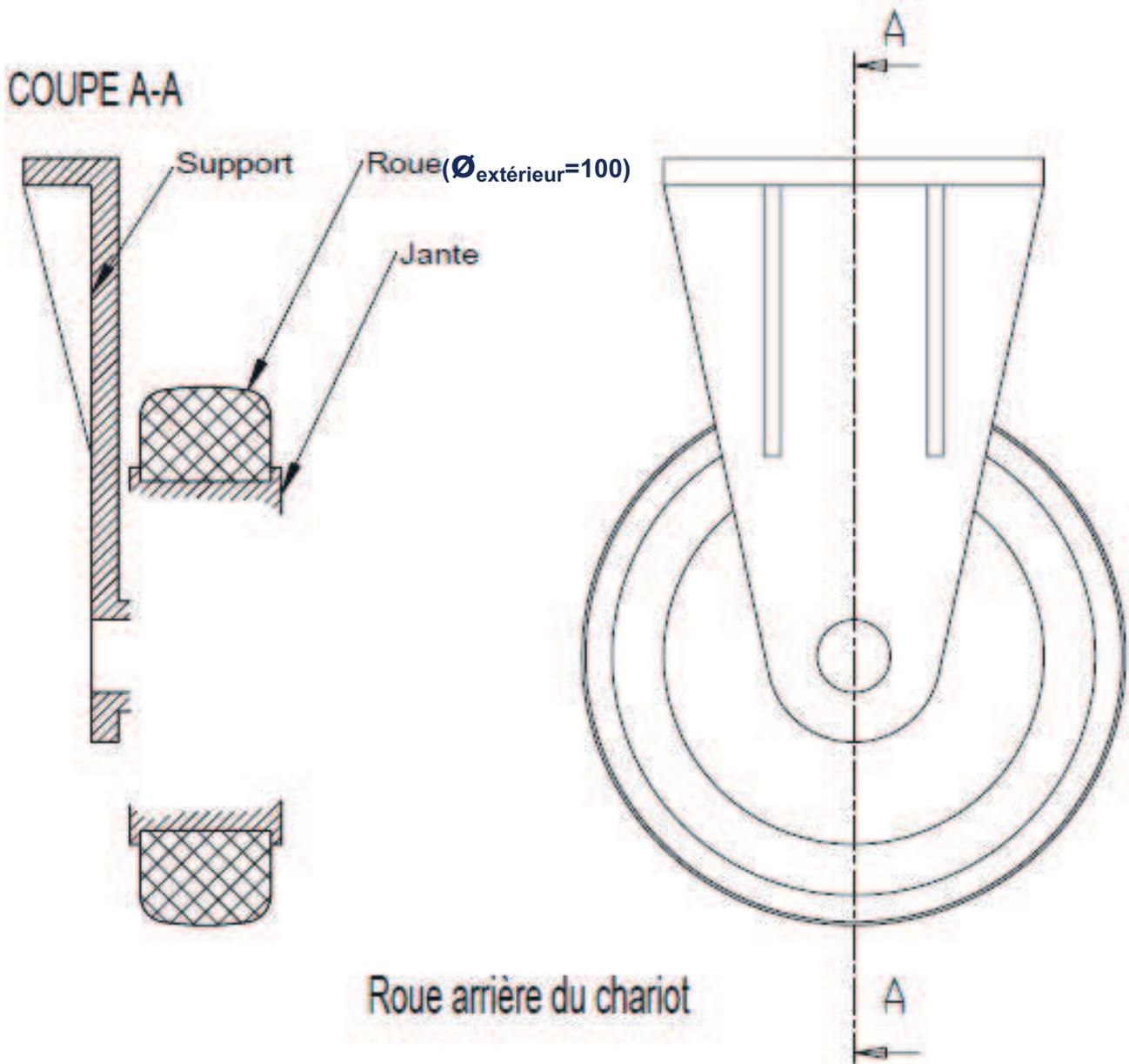
a- La signification de la désignation **BC 35-62-14** :

.....  
 .....

b- Détermination du rapport de réduction de l'échelle de représentation du dessin incomplet de la roue arrière de l'engin de manutention des big bags :

.....

c- La représentation graphique de la liaison pivot assurant le guidage en rotation de celle-ci (respecter l'échelle de réduction) :

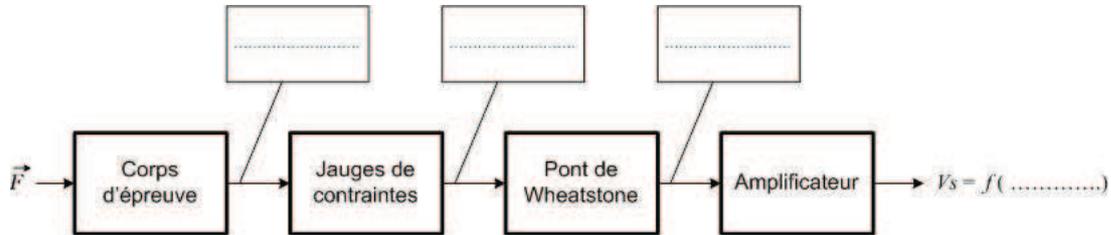


d- Indication des types d'ajustements (serré, glissant, incertain) sur les portées des deux roulements.

Situation d'évaluation 3 : /20 pts

TACHE N° 1 :

a- Le schéma bloc qui représente la chaîne de mesure du poids:



b- L'expression de  $V_e$ , la tension de sortie du pont. Quelle remarque peut-on faire dans ce cas?

.....  
 .....  
 .....

c- montrer que la tension  $V_e$  peut se mettre sous la forme:  $V_e = \frac{E}{2} \times \frac{\Delta R_j}{R_j}$ .

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

d-  $V_s'$ , la tension correspondante au sac vide et  $V_s''$  la tension correspondante au sac plein :

$V_s' =$  .....

$V_s'' =$  .....

e- La valeur maximale de la tension  $V_s$ , notée  $V_{smax}$  :

$V_{smax} =$  .....

TACHE N° 2 :

a- interprétation du résultat puis donner l'équivalent binaire et hexadécimal du code :

.....  
 .....

$(255)_{10} = (\dots\dots\dots)_2 = (\dots\dots\dots)_{16}$

b- Le code numérique en décimal et en hexadécimal que devrait fournir le CA/N dans le cas où le sac est vide :

$N = (\dots\dots\dots)_{10} = (\dots\dots\dots)_{16}$

c- La valeur minimale du poids (en Kg) mesurable par ce CA/N. Cette valeur respecte-t-elle le cahier des charges? Expliquer :

$M_{min} =$  .....

.....  
 .....

**Situation d'évaluation 4: /40 pts**

**TACHE N° 1:**

a- Identification et explication de la nuance du palier 1 :

.....

b- Les propriétés de ce matériau :

.....

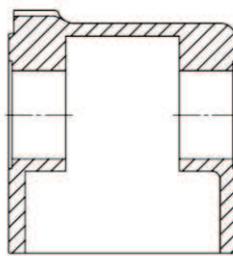
c- Le procédé d'élaboration de brut du palier, et justifier votre réponse :

.....

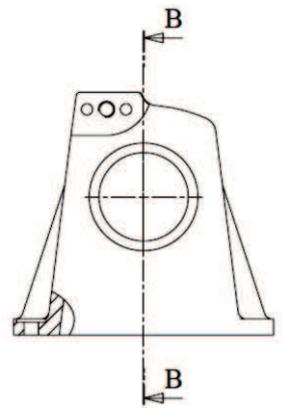
.....

d- Le dessin du brut capable du palier en indiquant :

- Les surépaisseurs d'usinage ;
- Le plan de joint.



COUPE B-B



e- Le tableau des spécifications géométriques : \* : Cocher la case correspondante

|  | IT<br>(Tolérance) | Spécification<br>de | Surface<br>tolérancée | Surface de<br>référence | Tolérance<br>de forme* | Tolérance de<br>position* | Tolérance<br>d'orientation* |
|--|-------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 4xD5 $\varnothing$ $\varnothing$ 0,05 F1 B1 D1 | .....             | .....               | .....                 | .....                   |                        |                           |                             |
| F3 $\perp$ 0,04 D2                             | .....             | .....               | .....                 | .....                   |                        |                           |                             |
| F1 $\nabla$ 0,05                               | .....             | .....               | .....                 | .....                   |                        |                           |                             |

f- La signification de **A = M10**. De quelle opération s'agit-il ? Donner l'outil permettant sa réalisation :

.....

.....

.....

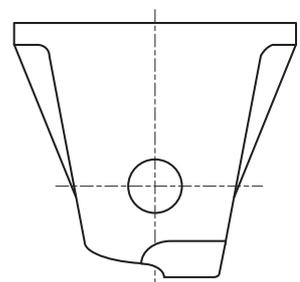
**TACHE N° 2:**

a- Repassage de la surface usinée en trait fort :

b- Etablissement de la mise en position relative à l'usinage de **F1** :

c- Installation de la cote fabriquée :

d- Installation de l'outil :



e- Le temps de coupe en min :

.....  
 .....  
 .....

f- Le nombre de pièces (Np) usinées avec le même outil :

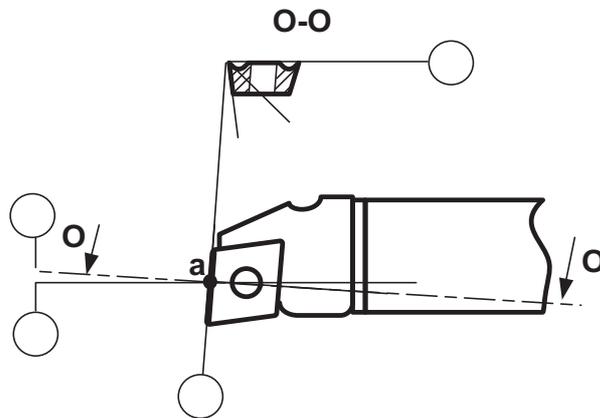
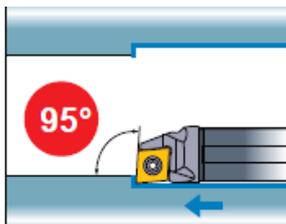
.....  
 .....

**TACHE N° 3:**

a- Proposition d'une autre machine permettant la réalisation des opérations de la phase 20 :

.....

b- Installation des plans du référentiel en main (Pr, Ps, Pf, Po), ainsi que les angles de faces orthogonales ( $\alpha_o, \beta_o, \gamma_o$ ) et l'angle de direction d'arête  $K_r$ :



Déduire la valeur de  $K_r$  : .....

c- L'influence de l'usure de l'outil sur les dimensions des pièces produites :

.....

**TACHE N° 4:**

a- La différence entre contrôle et mesure :

.....

b- Un moyen de contrôle et de mesure de l'alésage D1 :

.....

c- Le moyen et la procédure de contrôle de cette spécification :

|    |  |      |
|----|--|------|
| F1 |  | 0,05 |
|----|--|------|

.....  
 .....  
 .....

d- Le nombre de point à palper pour le contrôle de la surface F1 :

.....

**TACHE N° 5:**

a- Identification et explication de la nuance du matériau du coussinet 7 :

.....  
 .....

b- Trois caractéristiques de ce matériau, et donner sa couleur :

.....  
 .....

c- Le principe du frittage :

.....  
 .....

d- L'avantage et l'inconvénient de ce procédé :

.....

e- La différence entre le mode absolu **G90** et le mode relatif **G91** :

.....  
 .....

f- Le tableau des coordonnées des points du profil finition (1 à 6) en mode relatif **G91** :

| G91 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6' |
|-----|---|---|---|---|---|---|----|
| X   |   |   |   |   |   |   |    |
| Z   |   |   |   |   |   |   |    |

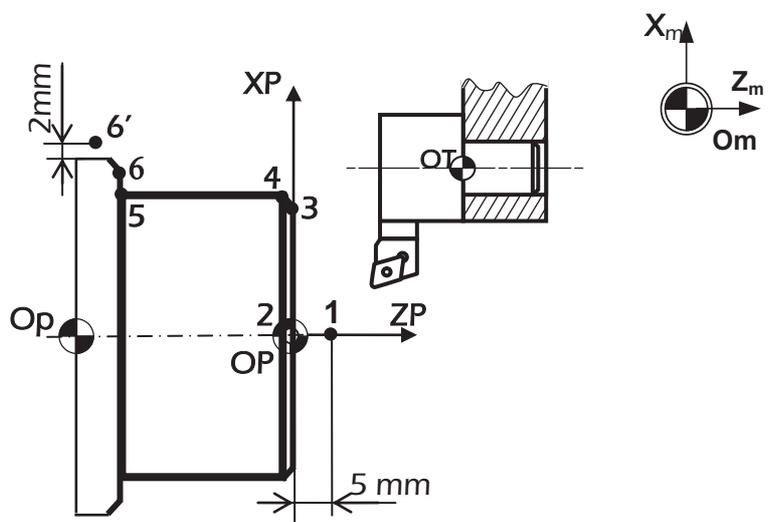
g- Le tableau des coordonnées des points du profil finition (1 à 6) en mode absolu **G90** :

| G90              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6' |
|------------------|---|---|---|---|---|---|----|
| X( $\emptyset$ ) |   |   |   |   |   |   |    |
| Z                |   |   |   |   |   |   |    |

h- Le programme du profil finition, points (1 à 6) de l'opération de dressage de F1 et chariotage-dressage (**D1, F2**) et les chanfreins **C1** et **C2** en mode absolu **G90** :

**Programme CN :**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



Le point 2 confondu avec OP



## Documents ressources

### Les différentes étapes de la filière de recyclage du PET :

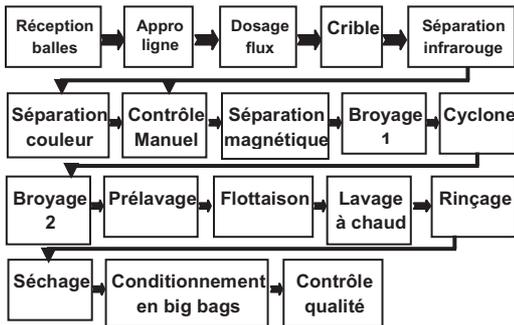
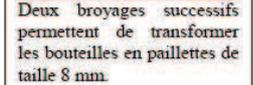
Les bouteilles arrivent à l'usine sous forme de balles compressées. Elles ont déjà fait l'objet d'un pré-tri, mais il subsiste encore des déchets : étiquettes, bouchons, bouteilles non PET...



La machine de tri par infrarouge permet de détecter et d'enlever du flux de bouteilles, celles qui ne sont pas en PET. Les bouteilles indésirables sont éjectées par soufflage pneumatique.



Deux broyages successifs permettent de transformer les bouteilles en paillettes de taille 8 mm.



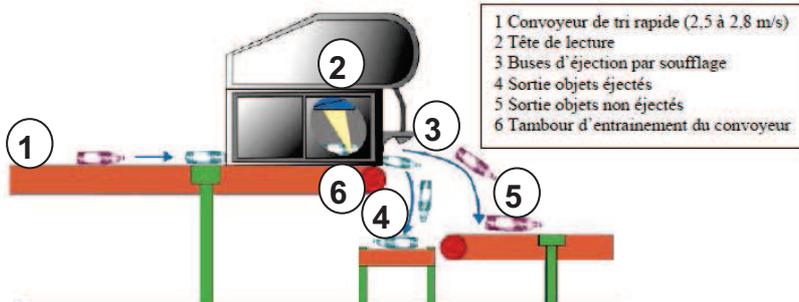
Les postes de pré-lavage, flottaison, lavage et rinçage permettent d'éliminer différents déchets présents dans les paillettes après broyage.



Le poste de conditionnement en sacs (big bags) fonctionne en continu. Il permet d'ensacher les paillettes de PET dans des sacs géants de dimensions et de poids respectant les demandes du client.



### Machine de tri :



|                                      |           |             |             |             |             |
|--------------------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Largeur de travail                   | 800 mm    | 1 200 mm    | 1 600 mm    | 2 000 mm    | 2 400 mm    |
| Capacité moyenne (suivant matériaux) | 2 à 3 t/h | 3 à 4,5 t/h | 4,5 à 6 t/h | 6 à 7,5 t/h | 7,5 à 9 t/h |

Cadence de mesures : 25 000 spectres par seconde

Partie pneumatique :

- élément de 400 mm modulaire en largeur (tapis de 800, 1 200, 1 600...);
- 16 buses par élément alimentées par électrovanne;
- buses de soufflage « Silvent 710 »;
- alimentation 8 bar.

Ligne de lumière de 4 cm de largeur (2 à 3 halogènes suivant largeur tapis)

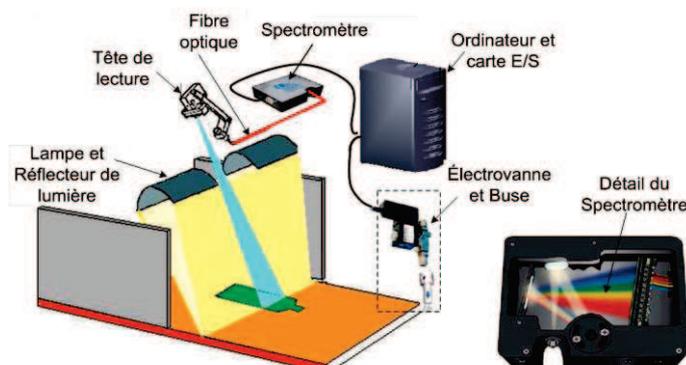
Distance horizontale entre lumière et buses : dépend du rouleau du tapis qui varie entre 180 et 320 mm.

### Buse de soufflage

Propriété de soufflage à des pressions différentes

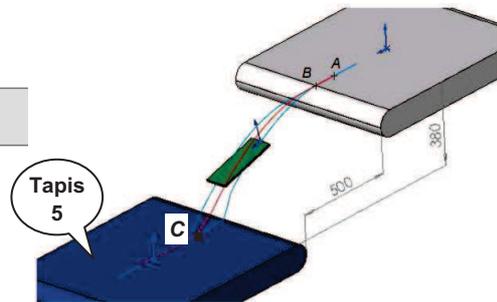
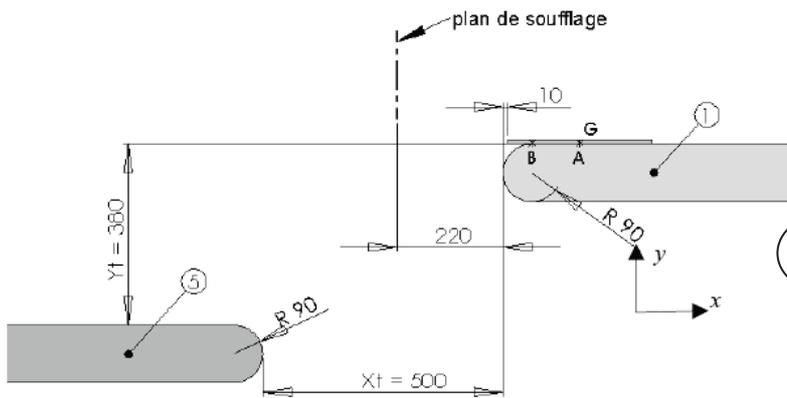
| Pression d'alimentation (kPa) | 200  | 400   | 600   | 800   | 1000  |
|-------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Force de soufflage (N)        | 11,8 | 23,6  | 35,0  | 47,3  | 58,3  |
| Consommation d'air (Nm³/h)    | 93,0 | 175,0 | 250,0 | 340,1 | 412,0 |
| Niveau sonore (dB(A))         | 91,1 | 96,7  | 100,7 | 103,5 | 105,4 |

### Détail de la tête de lecture de la machine à tri et du spectromètre à fibre optique :



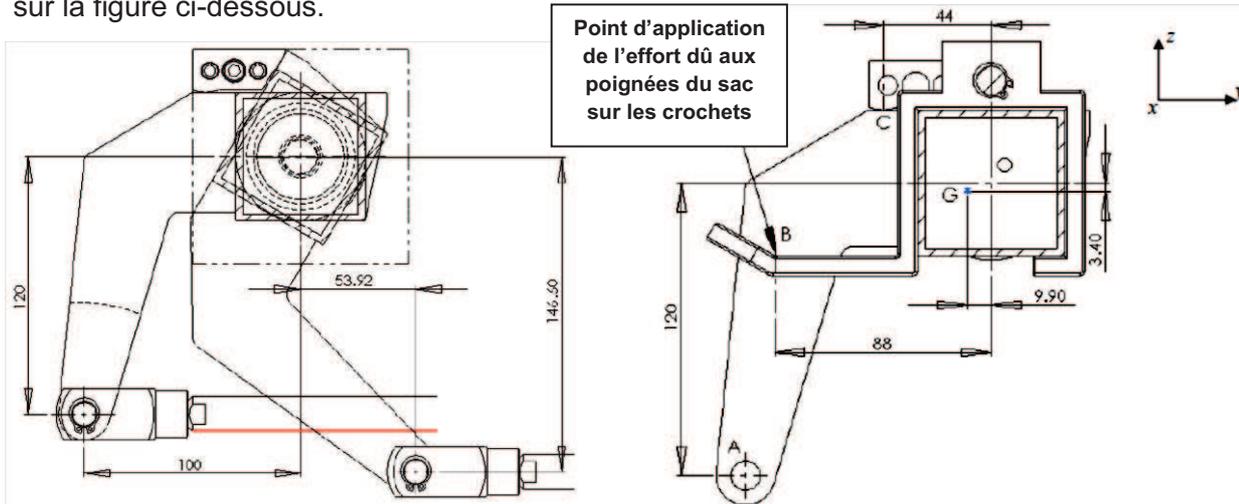
Le schéma « Position initiale » :  $t_0$

Trajectoire d'une bouteille en PET

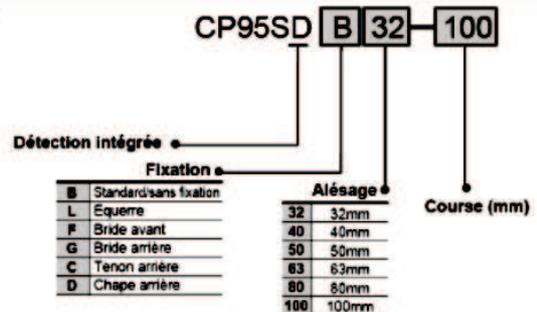


Les conditions d'étude du vérin sont les suivantes :

- les crochets, sous l'action du vérin, sont relevés et un sac en fin de remplissage est suspendu ;
- l'effort exercé par le sac est également réparti sur les 4 crochets (2 crochets par bras). La table vibrante est escamotée ;
- l'effort de contact entre la butée et le bras est égal à zéro (on se place à la limite du contact) ;
- la résultante  $\vec{R}$  des actions mécaniques du bâti sur le bras gauche est modélisée par un vecteur situé dans le plan  $(\vec{y}, \vec{z})$  et passant par le centre O de la liaison ;
- la masse de l'ensemble pivotant est égale à 13,2 kg. La position de son centre d'inertie G est définie sur la figure ci-dessous.



Vérin pneumatique double effet ISO Série CP95



| Diamètre piston | Diamètre tige | courses   |
|-----------------|---------------|---|
| 32              | 12            | 25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500      |
| 40              | 15            | 25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500      |
| 50              | 20            | 25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600 |
| 63              | 20            | 25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600 |
| 80              | 25            | 25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600 |
| 100             | 30            | 25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 600 |

Coussinet à collerette  
SKF en bronze

série PSM et PSMF



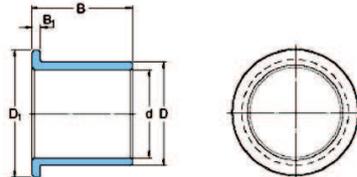
série PBM et PBMF



série PRM et PRMF



| matière                      | Bronze fritté | Bronze massif | Bronze roulé |
|------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| température d'utilisation    | -10° à +120°  | -40° à 250°   | -40° à +150° |
| coefficient de frottement    | 0,05 à 0,10   | 0,08 à 0,15   | 0,08 à 0,15  |
| pression statique de surface | 10 MPa        | 25 MPa        | 40 MPa       |



Système de désignation

PSMF 08 12 08  
| d | D | B  
Avec collerette  
Métrique  
Bronze fritté  
Coussinet

| Référence     | d  | D  | B  | D <sub>1</sub> | B <sub>1</sub> |
|---------------|----|----|----|----------------|----------------|
| PSMF405030A51 | 40 | 50 | 30 | 60             | 5              |
| PSMF405040A51 | 40 | 50 | 40 | 60             | 5              |
| PSMF405050A51 | 40 | 50 | 50 | 60             | 5              |
| PSMF455530A51 | 45 | 55 | 30 | 65             | 5              |
| PSMF455535A51 | 45 | 55 | 35 | 65             | 5              |
| PSMF455545A51 | 45 | 55 | 45 | 65             | 5              |
| PSMF455555A51 | 45 | 55 | 55 | 65             | 5              |
| PSMF506030A51 | 50 | 60 | 30 | 70             | 5              |
| PSMF506035A51 | 50 | 60 | 35 | 70             | 5              |
| PSMF506050A51 | 50 | 60 | 50 | 70             | 5              |
| PSMF607250A51 | 60 | 72 | 50 | 84             | 6              |
| PSMF607260A51 | 60 | 72 | 60 | 84             | 6              |
| PSMF607535A51 | 60 | 75 | 35 | 85             | 8              |
| PSMF607560A51 | 60 | 75 | 60 | 85             | 8              |

La charge radiale maximale admissible sur un palier lisse est exprimée en fonction de la pression statique de surface maximale.

On suppose que la pression est également répartie sur la surface projetée du palier.

$$F = p \times d \times B$$

avec F : charge radiale maximale (N)  
p : pression de surface maximale (Pa)  
d : diamètre intérieur du palier (m)  
B : longueur du palier (m)

### Capteur de force:

La jauge de contrainte est une résistance sensible aux efforts mécaniques. La partie active d'une jauge de contrainte peut être constituée d'un fil électrique (alliage Cuivre-Nickel ou autre) fixé sur un support isolant et souple. (Figure ci-contre)

La déformation d'une jauge de contraintes, sous l'effet d'une force mécanique, modifie sa résistance électrique. En effet, la résistance R d'un fil électrique est égale à:

$$R_{(\Omega)} = \rho_{(\Omega \cdot m)} \cdot \frac{L_{(m)}}{s_{(m^2)}}$$

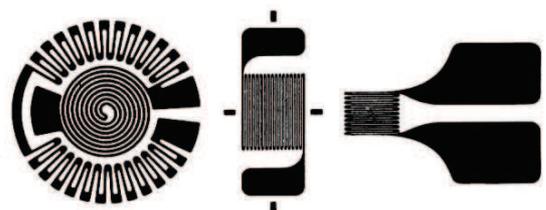
Où  $\rho$  est la résistivité du métal constituant le fil,  $L$  sa longueur et  $s$  sa section.

Toute déformation de la jauge de contraintes modifie la longueur  $L$  et/ou la section  $s$  du fil électrique qui constitue la jauge. Cette déformation entraîne une variation de la résistance électrique.

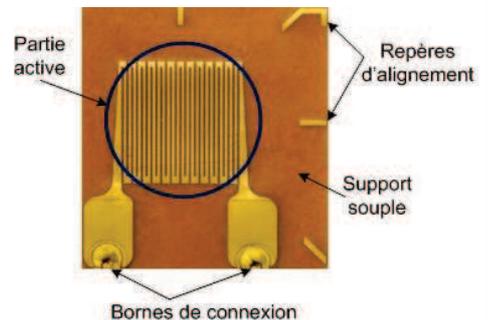
On admettra que la résistance  $R_j$  d'une jauge de contrainte varie proportionnellement avec l'effort mécanique appliqué à la jauge. On définit le facteur de jauge  $K$  tel que:

$$\frac{\Delta R_j}{R_j} = K \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

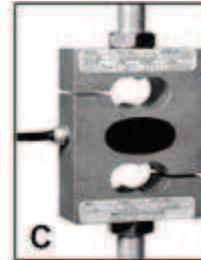
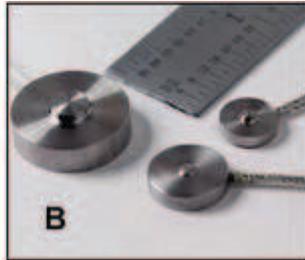
Le facteur de jauge  $K$  est une constante qui dépend principalement du matériau du fil électrique constituant la partie active de la jauge. Le facteur  $K$  caractérise la sensibilité de jauge ( $K \approx 2.0$  à  $5$  pour les jauges à alliages métalliques).



En pratique, il existe différentes formes de jauge de contraintes. La figure ci-dessus en donne quelques exemples.

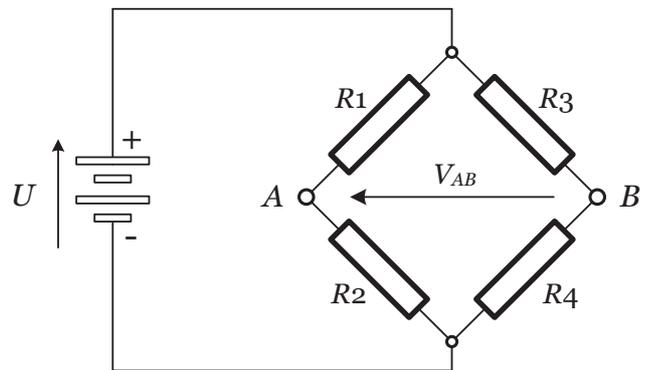


Une jauge de contraintes est généralement montée sur un corps d'épreuve. Un corps d'épreuve est une pièce déformable qui supporte l'effort mécanique à mesurer. Il existe différentes formes de corps d'épreuve selon la nature de la contrainte à mesurer: flexion (figure A), compression (figure B) et étirement (figure C), etc.



### Pont de Wheatstone:

Le pont de Wheatstone est un circuit électrique composé de quatre résistances  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  et  $R_4$ , et d'une source de tension  $U$  (voir figure ci-contre). Ce pont était initialement utilisé pour la mesure de résistances (en courant continu) et d'impédances (en courant alternatif). Le pont de Wheatstone est largement utilisé comme circuit de prétraitement (conditionnement) du signal issu de capteurs (de température, de contraintes, de pression, etc.).



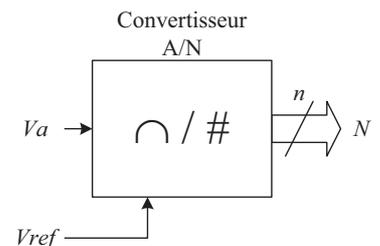
La tension de sortie du pont de Wheatstone  $V$  est donnée par l'expression suivante:

$$V_{AB} = U \times \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right)$$

Le pont de Wheatstone est dit en équilibre si la tension  $V$  est nulle ( $V = 0$ ).

### Le convertisseur Analogique / Numérique:

Actuellement, beaucoup de microcontrôleurs possèdent un circuit interne de conversion analogique / numérique (CA/N). Le CA/N convertie la tension analogique en entrée  $V_a$  en un code numérique  $N$  codé sur  $n$  bits. La tension de référence  $V_{ref}$  est nécessaire à l'élaboration du code numérique  $N$ . La valeur numérique  $N$  fournie par le CA/N est codée en binaire sur  $n$  bits sous le format suivant:  $(N)_2 = b_{n-1} \times 2^{n-1}, b_{n-2} \times 2^{n-2}, \dots, b_2 \times 2^2, b_1 \times 2^1, b_0 \times 2^0$ .

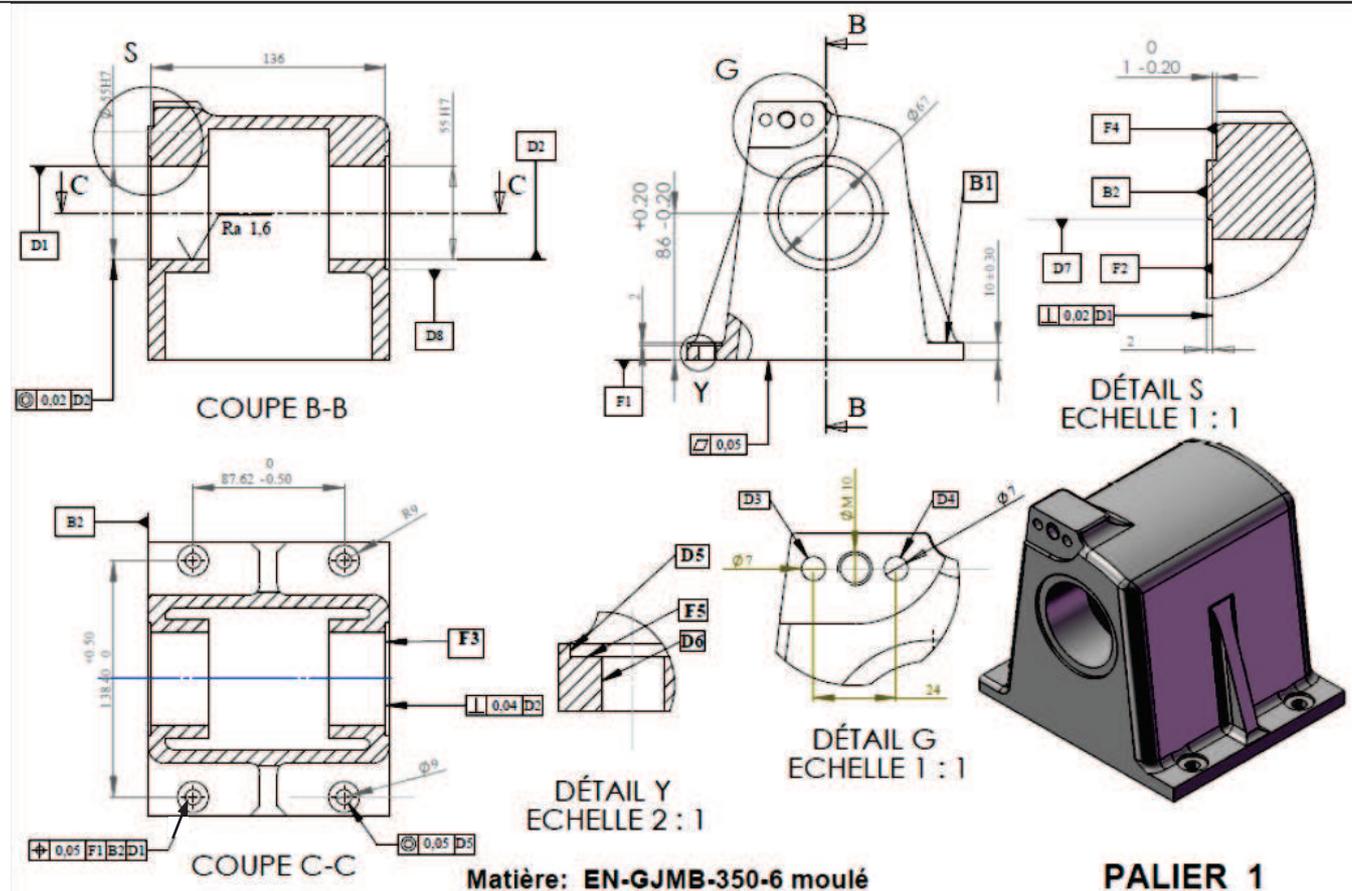
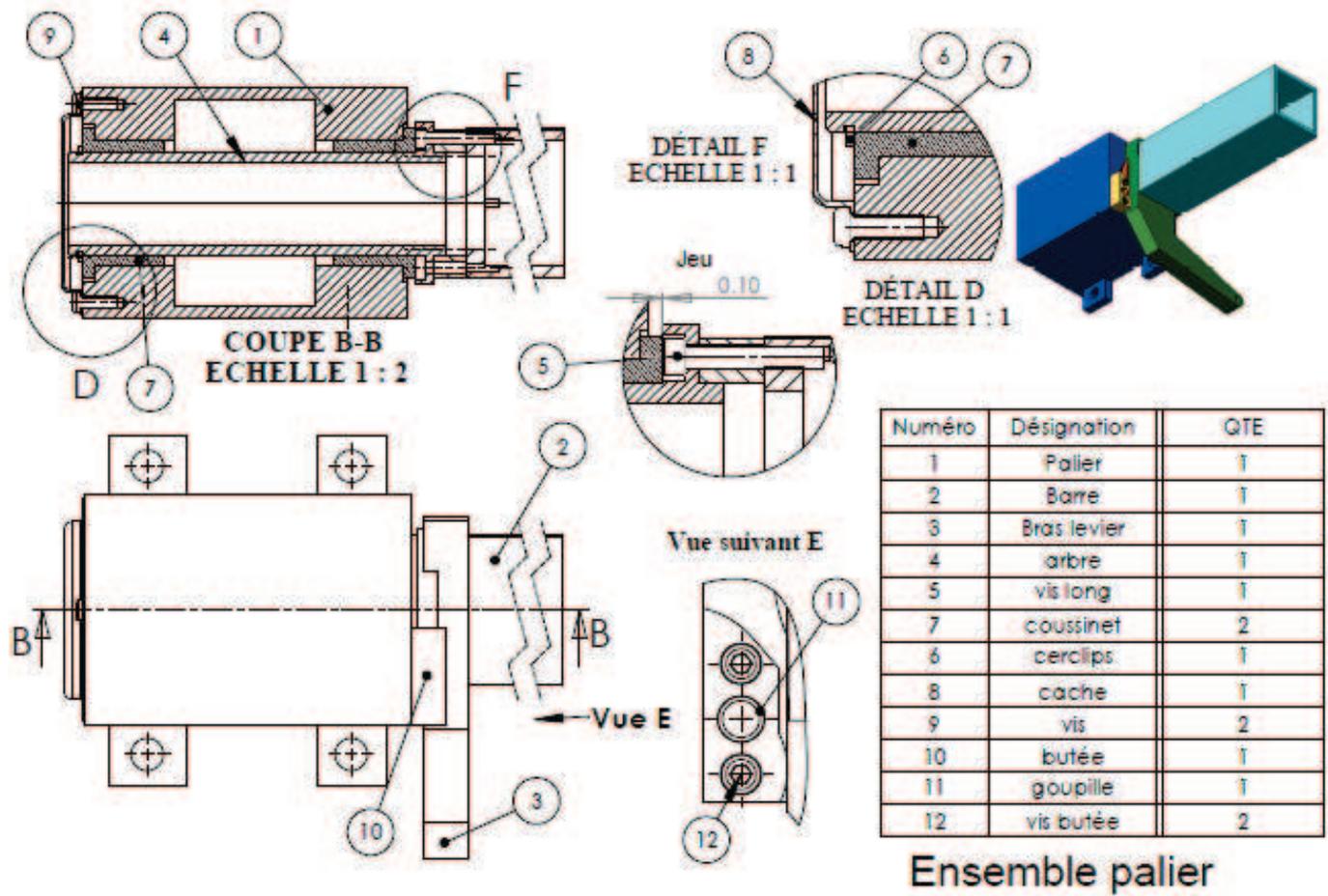


Les  $b_i$  sont les bits qui constituent le code binaire. Un bit  $b_i$  peut prendre l'une des deux valeurs possibles 0 ou 1 alors que les puissances de  $2^i$  déterminent la position du bit du même rang: la puissance  $2^{n-1}$  correspond au bit le plus significatif (msb: *most significant bit*) alors que  $2^0$  correspond au bit le moins significatif (lsb: *least significant bit*).

Le pas de quantification du CA/N, noté  $q$ , est par définition la plus petite valeur de tension analogique qui provoque le changement du bit le moins significatif (lsb):

$$q_{(v)} = \frac{V_{ref(v)}}{2^n - 1}$$

La valeur décimale de  $N$  (en base 10) peut être obtenue par l'expression:  $N = \frac{V_{a(v)}}{V_{ref(v)}} \times (2^n - 1)$ .



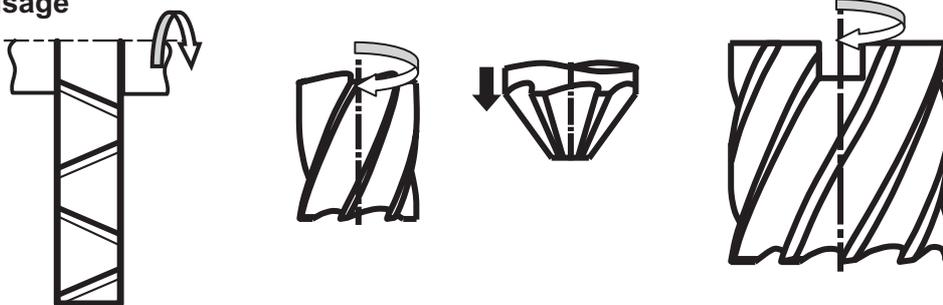
APEF du palier 1 :

| N° de phase | Désignation      | Surfaces usinées           |
|-------------|------------------|----------------------------|
| 00          | Contrôle de brut |                            |
| 10          | Fraisage         | F1                         |
| 20          | Alésage          | D1, D2, (D8-F3) et (D7-F2) |
| 30          | Fraisage         | F4                         |
| 40          | Perçage-lamage   | 4 X D6 et 4 X (D5-F5)      |
| 50          | Perçage-filetage | D3, D4 et (A=M10)          |
| 60          | Contrôle final   |                            |

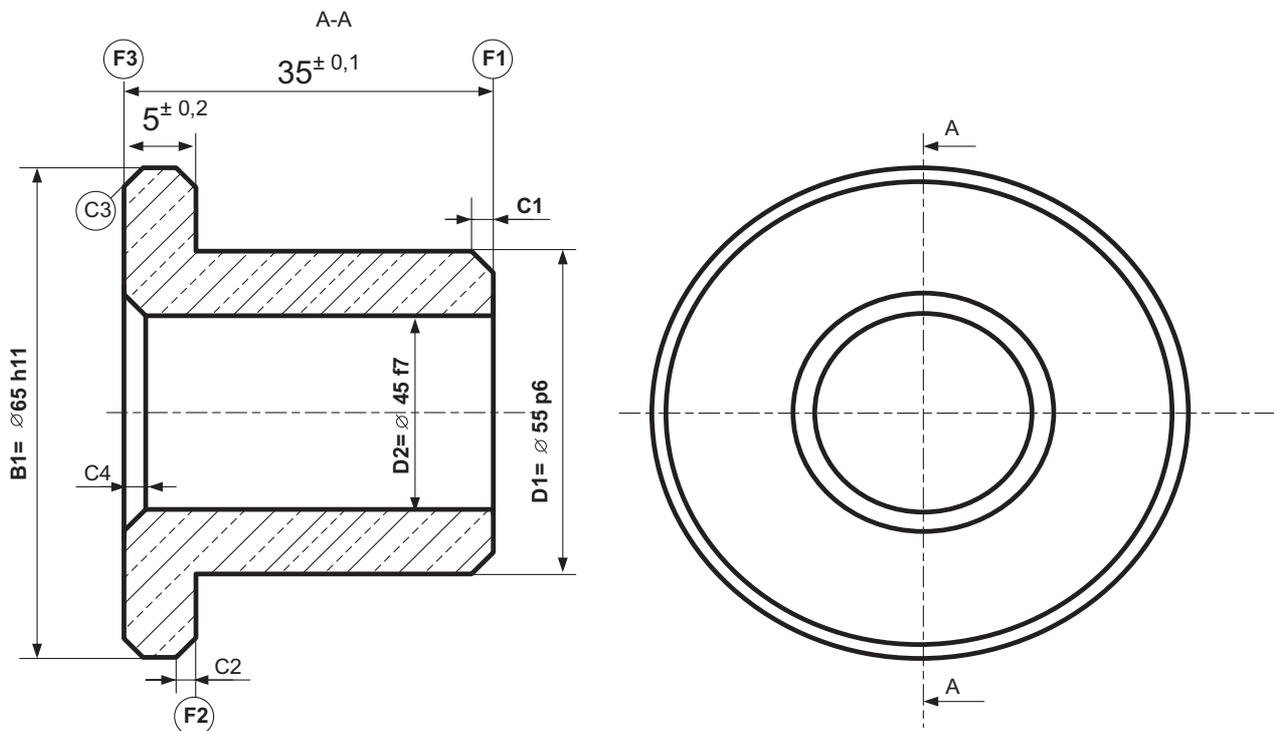
Nombre de points à palpés pour MMT

| Elément  | Nombre de points recommandé |
|----------|-----------------------------|
| Droit    | 2                           |
| Cercle   | 7                           |
| Plan     | 9                           |
| Cylindre | 12                          |

Outils de fraisage



Dessin de définition du coussinet 7 :



$C1 = C2 = C3 = C4 = 1 \times 45^\circ$

|    |   |       |    |
|----|---|-------|----|
| D2 | ⊙ | ∅0,03 | D1 |
|----|---|-------|----|

Matière : Cu Sn8

Avant projet d'étude de fabrication du coussinet 7 :

| N° de phase | Désignation      | Surfaces usinées      |
|-------------|------------------|-----------------------|
| 00          | Contrôle de brut | Etiré Ø 65, L = 40 mm |
| 10          | Tournage         | F1, (D1, F2), C1, C2  |
| 20          | Tournage         | F3, D2, C3, C4        |
| 30          | Contrôle finale  |                       |

Données programme CN :

Vc = 120 m/mn ;

Nmax = 3000 tr/mn;

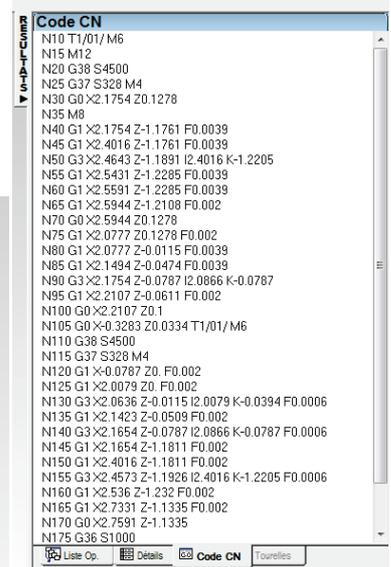
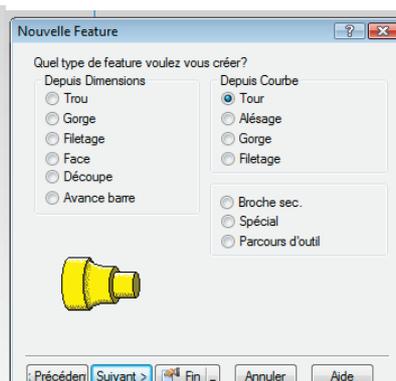
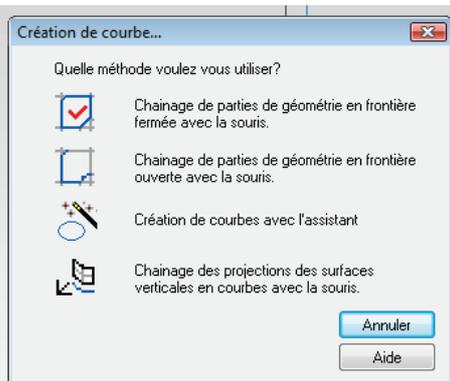
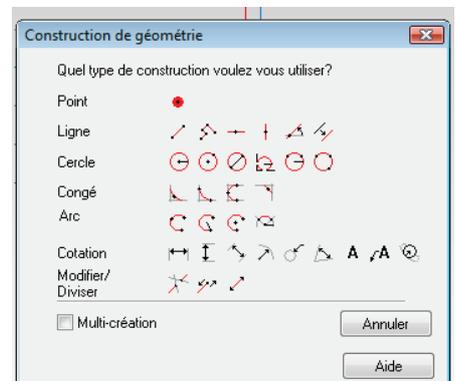
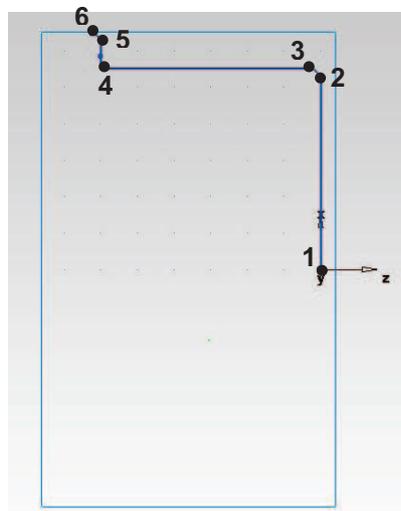
f = 0,1 mm/tr;

Outil : T1 D1 ;

Gamme M41.

| Fonctions G  | Fonctions M  |
|--|--|
| <p>G00 : Interpolation linéaire en rapide<br/>                     G01 : Interpolation linéaire en avance programmée<br/>                     G02 : Interpolation circulaire sens horaire<br/>                     G03 : Interpolation circulaire sens trigo<br/>                     G40 : Annulation de la correction d'outil<br/>                     G41 : correction du rayon d'outil à gauche du profil<br/>                     G42 : correction du rayon d'outil à droite<br/>                     G52 : Programmation absolue (origine mesure)<br/>                     G77 : Appel inconditionnel de blocs<br/>                     G92 : Limitation de la vitesse de broche (avec S)<br/>                     G95 : Vitesse d'avance en mm/tr<br/>                     G96 : Vitesse de coupe avec S en m/min<br/>                     G97 : Vitesse de rotation broche en tr/min</p> | <p>M02 : Fin du programme<br/>                     M03 : Rotation de broche sens horaire<br/>                     M04 : Rotation de broche sens trigo<br/>                     M05 : Arrêt broche<br/>                     M06 : Changement d'outil<br/>                     M08 : Arrosage no 1<br/>                     M09 : Arrêt d'arrosage<br/>                     M41 : Gamme de vitesse de broche</p> |

Fenêtres Featurecam :



## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

### موضوع علوم المهندس هندسة كهربائية



## المباراة العامة للعلوم والتقنيات

2011

مدة الإنجاز: 4 ساعات

علوم المهندس - هندسة كهربائية

يوليوز 2011

### SCIENCES DE L'INGÉNIEUR POUR La FILIÈRE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES ÉLECTRIQUES

Durée : 4 h

# MESURE DE CAVITÉS SOUTERRAINES

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

▪ Pages 02 à 14 : socle du sujet ;

▪ Pages 15 à 19 : Documents ressources portant la mention **DRES XX** ;

▪ Pages 20 à 31 : Documents réponses portant la mention **DREP XX** .

☞ Les réponses doivent être rédigées sur les documents **DREP XX**

☞ Les pages portant la mention **DREP XX** doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.

Le sujet comporte 6 situations d'évaluation (**SEV1** à **SEV6**)

|  |                 |
|--|-----------------|
| • <b>SEV1</b> : Étude fonctionnelle du système.                                  | (sur 10 points) |
| • <b>SEV2</b> : Étude énergétique.   | (sur 15 points) |
| • <b>SEV3</b> : Étude du guidage en rotation de la partie tournante de la sonde. | (sur 5 points)  |
| • <b>SEV4</b> : Étude de la Chaîne de conversion électrotechnique.               | (sur 35 points) |
| • <b>SEV5</b> : Étude de la Boussole pour la Sonde de Mesure.                    | (sur 18 points) |
| • <b>SEV6</b> : Étude du Traitement et Transmission de la Mesure.                | (sur 17 points) |

Les **SEV** sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture du sujet.

☞ Le sujet est noté sur 100 points.

☞ Aucun document n'est autorisé ;

☞ Sont autorisées les calculatrices de poche y compris celles programmables.

☞ Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il en fait mention dans sa copie et poursuit sa composition. Dans ce cas, il indique clairement la raison des initiatives qu'il est amené à prendre

**MESURE DE CAVITÉS SOUTERRAINES**

**I - Introduction :**

Le sous-sol possède de nombreuses cavités soit naturelles soit liées à des activités humaines.

Les terrains constructibles se faisant de plus en plus rares, on est amené à construire dans des zones où les sous-sols sont médiocres.

Afin de limiter le risque d'effondrement et de connaître l'extension des cavités, des études de terrains sont réalisées.

Actuellement, la présence d'une cavité est détectée en surface à l'aide de moyens électromagnétiques mais son volume et sa position exacte ne sont pas mesurables par ces moyens externes.

Les experts utilisent une mesure par télémètre laser.

Un forage vertical est réalisé jusqu'à la cavité et un outil « sonde » est introduit. Il transmet les mesures en surface.

Le volume de la cavité est alors calculé et une visualisation 3D peut être générée.



Cavité souterraine

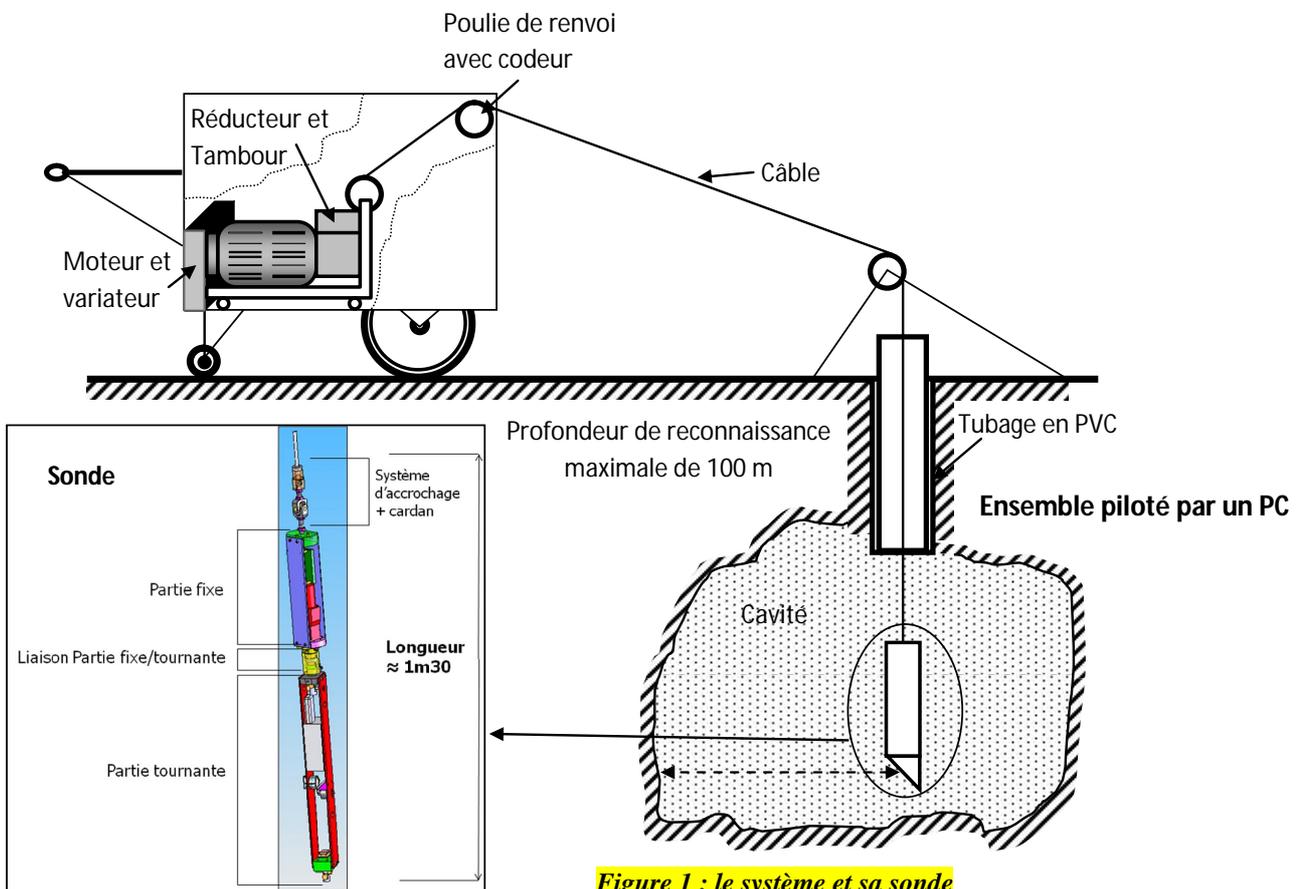


Risque d'effondrement

**II - Description :**

Le système étudié peut se décomposer en deux parties (*figure 1*) :

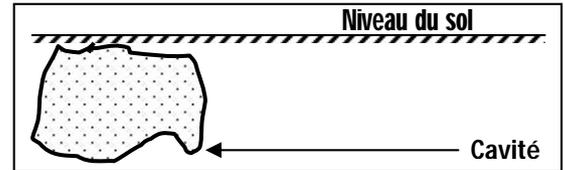
- le treuil, composé d'un motoréducteur et d'un variateur permettant la montée et la descente de la sonde dans le trou de forage
- la sonde (**DRES 01**) permettant l'acquisition de la forme de la cavité :



**Figure 1 : le système et sa sonde**

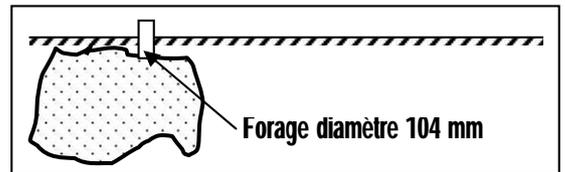
### III - Cycle de pilotage ( Positionnement de la sonde ) :

Une fois la cavité décelée (*figure 2*), on fait intervenir le système de mesure de volume de cavité.



**Figure 2 : une cavité souterraine est décelée**

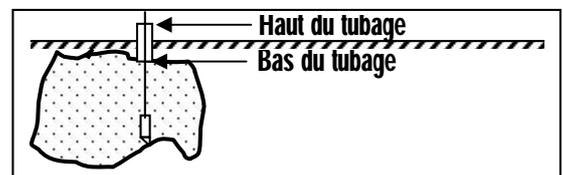
On procède à un forage en profondeur puis d'un tubage d'un diamètre de 104 mm pour atteindre la cavité (*figure 3*).



**Figure 3: forage en profondeur pour atteindre la cavité**

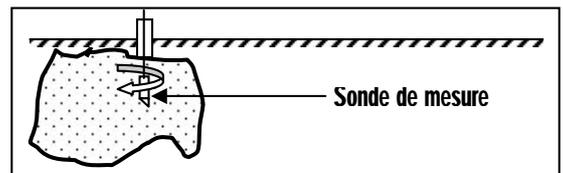
*Le cycle commence dès la fin de l'opération précédente.*

La sonde de mesure est descendue en vitesse lente (0,1 m/s) jusqu'au bas du tubage et en vitesse rapide (0,5 m/s) jusqu'au fond de la cavité. Elle réalise sa première mesure de distance par rapport à la paroi de la cavité (*figure 4*). Cette mesure utilise le principe de réflectométrie laser.



**Figure 4 : la sonde effectue sa 1<sup>ère</sup> mesure**

La sonde dispose d'une partie mobile qui est mise en mouvement grâce à un moteur pas à pas (*figure 5*) : cela lui permet d'effectuer une série de mesures sur 360 ° à une hauteur donnée.



**Figure 5 : la sonde dispose d'une partie mobile**

Une fois cette série de mesures effectuée, la sonde remonte en vitesse rapide d'une hauteur de 50 cm (nouvelle profondeur de mesure) et effectue de nouveau une série de mesures. La dernière mesure s'effectue entre 0 et 50 cm du bas du tubage.

La sonde remonte ensuite en vitesse lente jusqu'en haut du tubage.

### IV- Principe de mesure (*figure 6*):

#### a- Déplacement et Alimentation de la sonde :

La sonde est fixée sur un câble creux qui laisse passer les fils pour l'alimentation électrique.

Ce câble est guidé par des poulies puis enroulé sur un tambour. Ce dernier est mis en rotation à l'aide d'un motoréducteur (Voir figure 1)

#### b- Mesure :

La sonde comporte un télémètre qui envoie un rayon laser pour mesurer la distance entre l'axe vertical du câble et le bord de la paroi.

Le principe de la mesure consiste à remonter la sonde par paliers successifs. Pour chacun de ces paliers, on effectue une série de mesures :

un moteur pas à pas de 200 pas/tour va permettre de faire tourner le télémètre par pas de 1,8°. Ainsi on pourra réaliser 200 points de mesure pour une profondeur donnée, le faisceau laser de mesure sera horizontal alors que l'axe du télémètre est vertical, ceci sera réalisé grâce à un miroir à 45° fixé sur le télémètre ;

Afin de ne pas torsader les fils électriques, il faut revenir en position initiale (rotation de 360° dans le sens opposé) avant la série de mesures suivante ;

une boussole électronique permet de contrôler l'orientation de la sonde et son inclinaison.

#### c- Gestion :

Le traitement des informations est réalisé par un API +PC+carte à microcontrôleur.

La transmission est faite par des liaisons en séries.

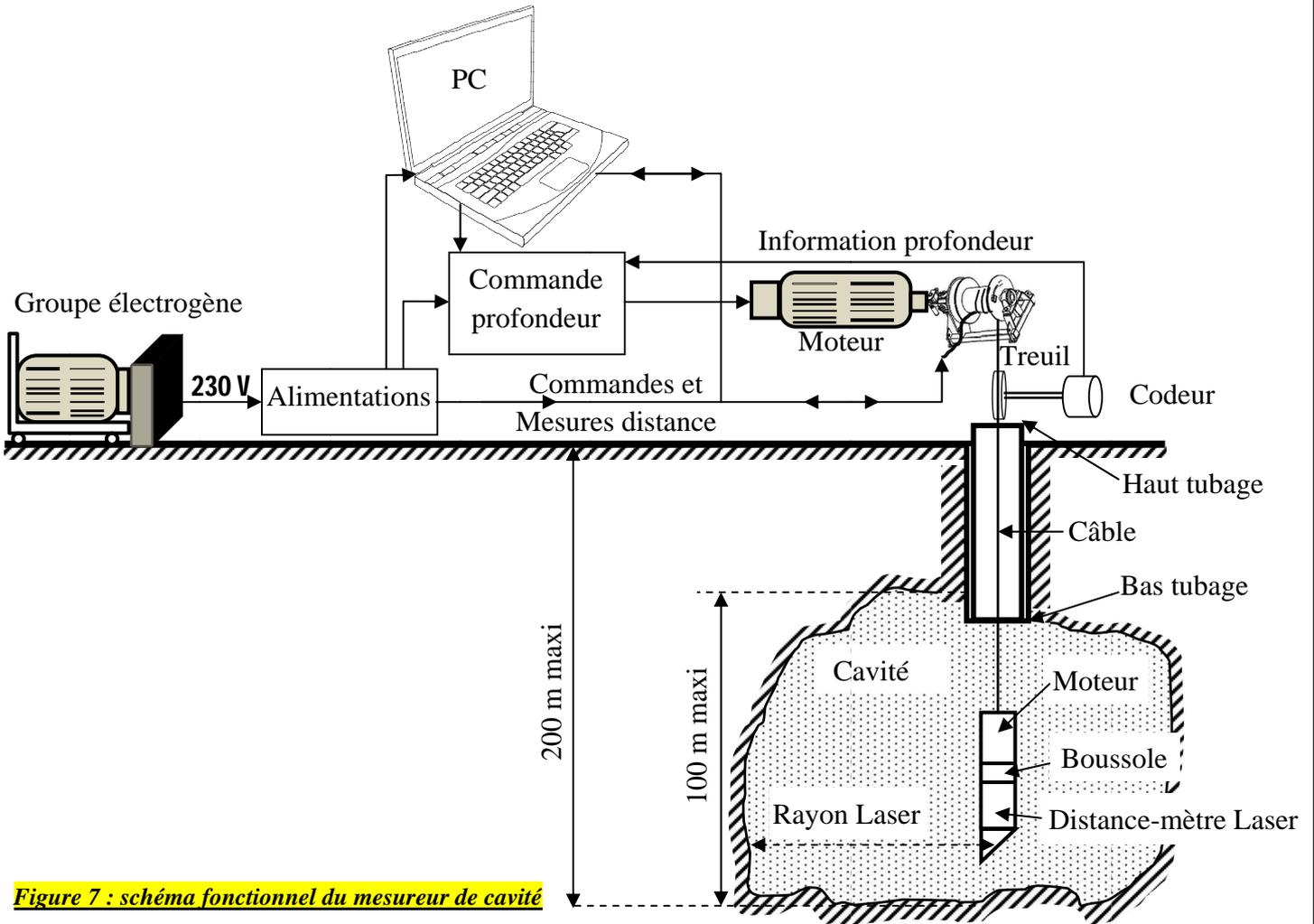


Figure 7 : schéma fonctionnel du mesureur de cavité

SEV 1

Étude fonctionnelle du système

10 p<sup>ts</sup>

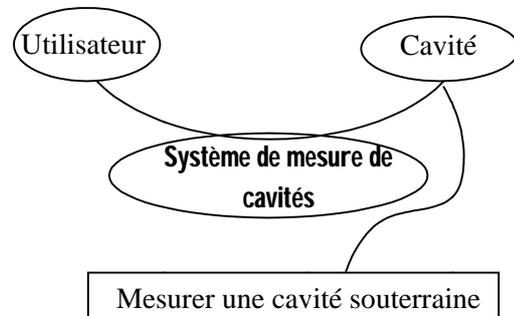
Tâche 1

Expression fonctionnelle du besoin

Le diagramme Bête à Cornes est donné ci-contre :

Les différentes fonctions de services retenues sont :

- ✓ FS1 : permettre à l'utilisateur de mesurer une cavité
- ✓ FS2 : passer dans un trou de forage standard
- ✓ FS3 : respecter les normes en vigueur
- ✓ FS4 : résister à l'environnement extérieur
- ✓ FS5 : être adapté à l'alimentation électrique



Question -1-

Figure 8 : diagramme Bête à cornes

A partir des fonctions de services données ci-dessus, Compléter le diagramme des interacteurs.

Question-2-

- a) Compléter l'actigramme  $A_0$ ,
- b) Compléter le FAST par les fonctions et les solutions constructives manquantes.

Tâche 2

Description séquentielle du cycle de mesure

Question-1

En vous aidant de la description du cycle de pilotage de la sonde, compléter le GRAFCET fonctionnel « positionnement de la sonde » point de vue système.

SEV 2

Étude énergétique

15 p<sup>ts</sup>

La chaîne d'énergie vous est présentée figure 9.

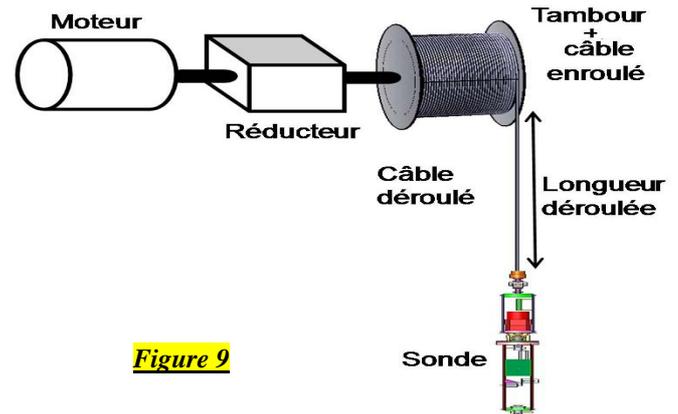


Figure 9

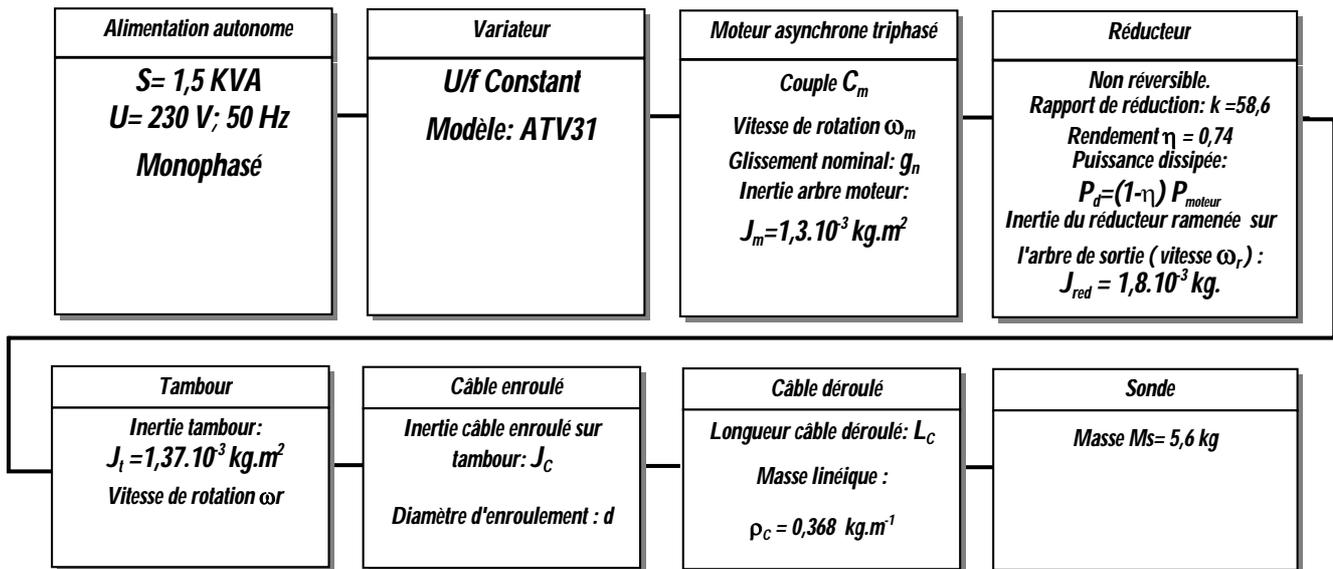


Figure 10: chaîne d'énergie

Tâche

Modélisation de la partie mécanique mobile

Hypothèses :

- Pour toute cette partie du sujet, le diamètre  $d$  d'enroulement du câble est supposé constant ;
- Les liaisons sont parfaites ;
- Câble inextensible.

Question 1 :

Donner la vitesse du tambour  $\omega_r$  en fonction de la vitesse du moteur  $\omega_m$  et  $k$ .

En déduire la vitesse linéaire de la longueur déroulée du câble (notée  $V_C$ ) en fonction de  $\omega_m$ ,  $k$  et  $d$ .

**Question 2 :**

Sachant que :

- l'énergie cinétique d'un système en rotation à la vitesse  $\omega$  autour d'un axe fixe et de moment d'inertie par rapport à cet axe  $J$  est :  $E_c = \frac{1}{2} J \cdot \omega^2$
- l'énergie cinétique d'un système en translation à la vitesse  $V$  et de masse  $M$  est :  $E_c = \frac{1}{2} M \cdot V^2$ .

a) En utilisant les données ci-dessous, compléter le tableau du document réponse.

| Système mobile (translation ou rotation) | Masse ou Moment d'inertie |
|--|---------------------------|
| Moteur                                   | $J_m$                     |
| Réducteur                                | $J_{red}$                 |
| Tambour                                  | $J_t$                     |
| Sonde                                    | $M_s$                     |
| Câble déroulé                            | $\rho_C \cdot L_C$        |
| Câble enroulé                            | $J_C$                     |

b) En déduire la somme des énergies cinétiques  $\sum E_c$  en fonction de  $\omega_m(t)$  et des données constantes.

c) Cette somme peut être écrite sous la forme :  $\sum E_c = \frac{1}{2} J_{eq} \cdot \omega_m^2(t)$  ;

donner l'expression de  $J_{eq}$  en fonction de  $J_m, J_{red}, J_t, J_c, L_c, M_s, \rho_C, k$  et  $d$ .

( $J_{eq}$  est appelé moment d'inertie de l'ensemble mobile équivalent ramenée à l'arbre moteur).

**Question 3 :**

o Les puissances externes à l'ensemble mobile sont :

-Puissance mécanique du moteur en rotation :  $P_m = C_m \cdot \omega_m$ .

-puissance du poids de l'ensemble en translation (sonde + câble déroulé) :  $P_t$

a) Donner l'expression de la puissance  $P_t$ .

Cette puissance peut être écrite pendant l'enroulement sous la forme :  $-C_{req} \cdot \omega_m$ .

b) exprimer  $C_{req}$  en fonction de  $L_C, M_s, \rho_C, k, d$  et  $g$ .

$g$  : accélération de la pesanteur;

( $C_{req}$  est le couple résistant dû à la masse du système en translation ramené à l'arbre moteur)

o Les puissances internes se résument à une puissance dissipée dans le réducteur :

$$P_d = -(1 - \eta) \cdot c_m \cdot \omega_m$$

Le théorème de l'énergie cinétique appliqué à l'ensemble mobile s'écrit :

$$\frac{d \sum E_c}{dt} = \sum P_{ext} + \sum P_{int}$$

c) A l'aide du théorème de l'énergie cinétique, déterminer l'équation faisant intervenir le couple moteur nécessaire à la remontée de la sonde.

Le schéma technologique (*Figure 10*) montre le guidage en rotation par roulements de la partie mobile de la sonde par rapport à la partie fixe.

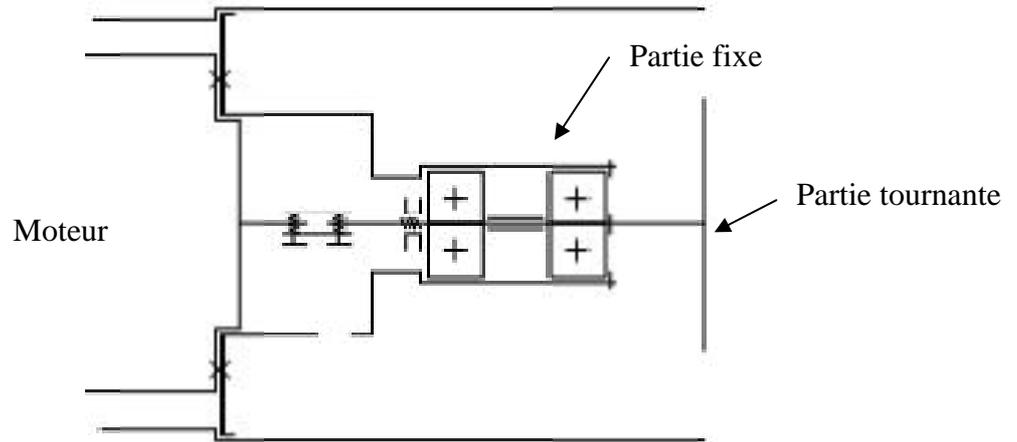


Figure 11 : Schéma technologique de guidage en rotation

Tâche

Conception du montage des roulements

**Question 1 :**

Compléter le dessin du document réponse en proposant des solutions constructives pour le montage des roulements à billes.  
Indiquer les ajustements.

SEV 4

Étude de la Chaîne de conversion électrotechnique

35 p<sup>ts</sup>

Les mouvements de descente et de remontée de la sonde sont assurés par un moteur asynchrone triphasé commandé par un variateur de vitesse. (figure 11)

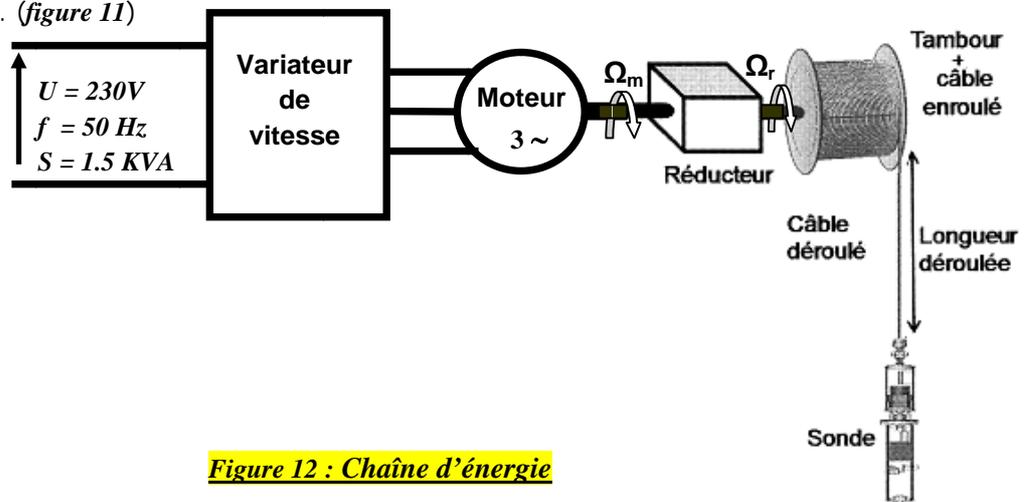


Figure 12 : Chaîne d'énergie

L'ensemble est alimenté par un groupe électrogène fournissant une tension monophasée ayant les caractéristiques suivantes : puissance nominale  $S = 1.5 \text{ KVA}$ , valeur efficace  $U = 230 \text{ V}$ , fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$ .

La figure 12 donne le profil de la vitesse de déplacement de la sonde entre deux points de mesures (déplacement de 50 cm).

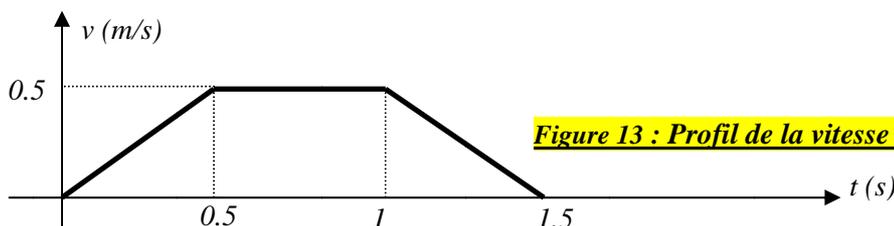


Figure 13 : Profil de la vitesse de déplacement entre 2 points de mesure

Le réducteur possède un rapport de réduction  $k = 58.6$  et un rendement  $\eta = 0.74$ .

Dans cette partie, on prendra comme hypothèses que le diamètre d'enroulement du câble reste constant et égal à  $400 \text{ mm}$  et que les liaisons sont parfaites.

## Tâche 1

## Choix du moteur et de son variateur de vitesse

**Question 1 :**

Représenter la vitesse de rotation du moteur  $\Omega_m$ , quand la sonde se déplace entre deux points de mesure.

**Question 2 :**

Montrer que la vitesse maximale de rotation du moteur vaut  $146.5 \text{ rad/s}$ .

**Question 3 :**

En déduire le nombre de paires de pôles  $p$  du moteur.

L'équation fondamentale de la dynamique appliquée au système (moteur, réducteur, câble, sonde) s'écrit :

$$J_{eq} \frac{d\Omega_m}{dt} = \eta C_m - C_{req}$$

Avec  $J_{eq}$  et  $C_{req}$  représentent respectivement l'inertie équivalente et le couple résistant ramenés sur l'arbre moteur.

Les valeurs de  $J_{eq}$  et  $C_{req}$  sont données dans le tableau suivant :

|               | $J_{eq}$ (en $\text{Kg.m}^2$ ) | $C_{req}$ (en $\text{N.m}$ ) |
|---------------|--------------------------------|------------------------------|
| Câble enroulé | 0.0034                         | 0.2                          |
| Câble déroulé | 0.0031                         | 2.7                          |

**Question 4 :**

Tracer le couple moteur  $C_m$  en fonction du temps, quand la sonde se déplace entre deux points de mesure en précisant les valeurs particulières de  $C_m$ . Envisager les deux cas : câble enroulé et câble déroulé.

**Question 5 :**

En déduire la valeur de la puissance utile du moteur nécessaire à l'entraînement du treuil dans les deux cas: câble enroulé et câble déroulé.

**Question 6 :**

En exploitant le document ressources "DRES 02", donner la référence du moteur qui convient à cette application et indiquer sa puissance nominale, sa vitesse nominale, son couple nominal et son courant statorique nominal.

**Question 7 :**

En exploitant le document ressources DRES03, choisir la référence du variateur nécessaire à l'entraînement du moteur.

## Tâche 2

## Étude du moteur asynchrone

**Exploitation des caractéristiques**

Le moteur est alimenté par un réseau triphasé  $230 \text{ V} - 50\text{Hz}$ .

La résistance mesurée entre deux bornes du stator couplé est  $R_a = 0.42 \Omega$ .

**Question 1 :**

Préciser en le justifiant le couplage du stator. Représenter le branchement correspondant.

**Question 2 :**

Calculer le glissement  $g_n$  pour le fonctionnement nominal.

**Tâche 3****Bilan de puissances au fonctionnement nominal****Question 1 :**

Représenter schématiquement les différentes pertes de la machine asynchrone fonctionnant en moteur, ajouter sur ce schéma :

- la puissance absorbée  $P_a$
- la puissance transmise au rotor  $P_T$
- la puissance fournie par le rotor  $P_R$
- la puissance utile  $P_u$

**Question 2 :**

Expliquer pourquoi peut-on négliger les pertes fer au rotor.

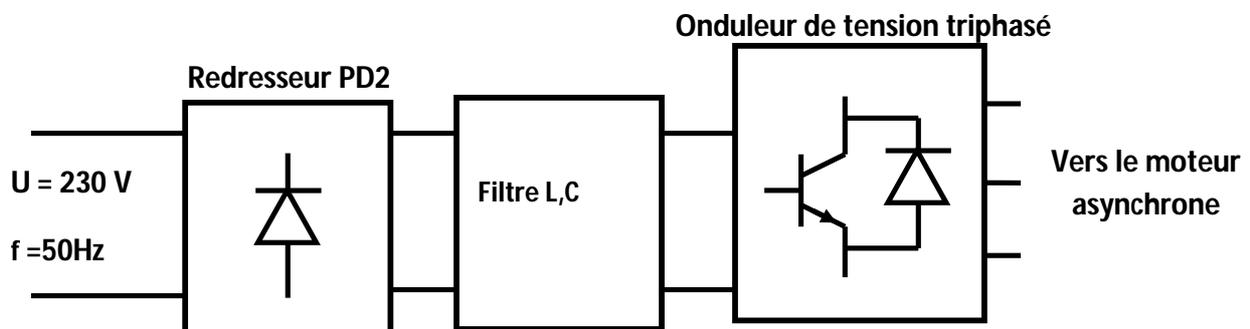
**Question 3 :**

Les pertes fer au stator sont négligées. Les pertes mécaniques sont égales à 13.5 W. Calculer au point de fonctionnement nominal :

- la puissance absorbée  $P_{an}$
- les pertes au stator  $p_{jsn}$
- les pertes joules au rotor  $p_{jrn}$

**Tâche 4****Étude de la commande du moteur**

Le schéma structurel du variateur de vitesse qui commande le moteur asynchrone est donné en *figure 13*.



**Figure 14: Schéma structurel du variateur de vitesse**

Le schéma structurel du variateur de vitesse montre qu'il comprend :

- un redresseur monophasé double alternance
- un filtre afin d'obtenir une tension continue à partir de la tension redressée
- un onduleur triphasé de tension à commande MLI .

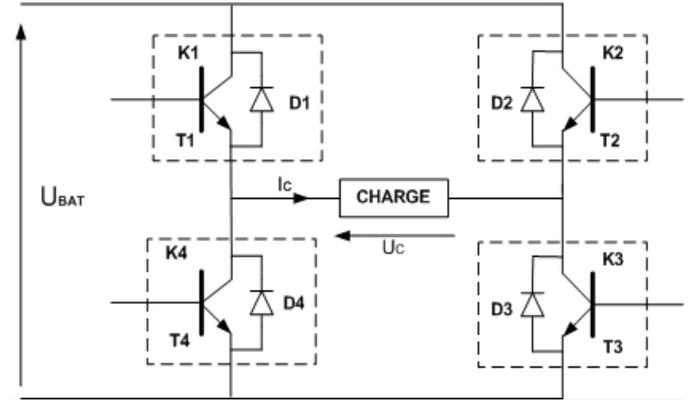
Dans cette partie, on se limitera à l'étude d'une branche de l'onduleur triphasé. Aucune connaissance sur l'onduleur triphasé n'est nécessaire.

La structure d'une branche de l'onduleur est représentée ci-contre **figure 14**.

On note  $p$  la puissance instantanée reçue par la charge.

**Question 1 :**

- Exprimer  $p$ , puis compléter le tableau en précisant le signe de  $p$ .
- Indiquer dans ce tableau pour chaque phase de fonctionnement le sens de transfert de la puissance.



**Figure 15: Structure d'une branche de l'onduleur**

**Question 2:** Fonctionnement de  $T/8$  à  $T/2$

- Préciser l'état de chacun des interrupteur  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  et  $K_4$  pour cet intervalle de temps.
- Représenter le schéma du circuit équivalent et justifier la valeur de la tension  $u_c$ .

**Question 3 :**

On désire étudier expérimentalement la tension  $u_c$ .

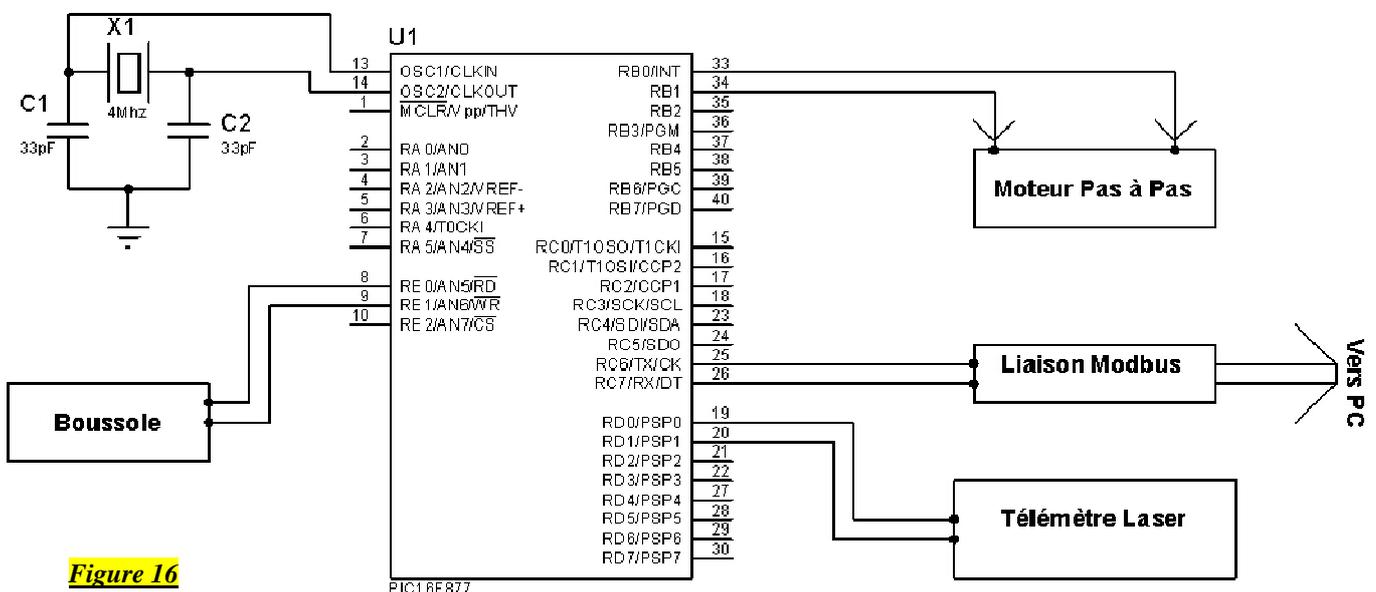
- Indiquer sur le schéma de montage, les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser  $u_c(t)$ .
- Représenter sur le schéma de montage, le branchement du voltmètre permettant de mesurer  $U_c$  valeur efficace de la tension  $u_c$  en précisant le réglage AC ou DC.

SEV 5

Étude de la Boussole pour la Sonde de Mesure

18 p<sup>ts</sup>

La sonde de mesure est basée sur un télémètre laser qui permet de mesurer la distance entre la sonde et les parois de la cavité souterraine. Un moteur pas à pas fait tourner la sonde de manière circulaire, à chaque pas du moteur une mesure peut être prise. Une boussole électronique est utilisée pour pouvoir référencer la sonde. Le tout est contrôlé par un microcontrôleur 16F877 selon le schéma ci-après. Les distances mesurées sont calculées puis envoyées par le microcontrôleur via une liaison RS485 selon le protocole ModBus.



**Figure 16**

Une boussole électronique consiste à mesurer le champ magnétique terrestre selon deux directions orthogonales. L'angle entre la direction du nord magnétique et un axe de référence (l'azimut) est ensuite calculé par traitement numérique. Une micro boussole complètement intégrée contient :

- Deux capteurs du champ magnétique terrestre dont la valeur avoisine 20  $\mu$ T.
- Une chaîne de conditionnement du signal basée sur un amplificateur d'instrumentation et un filtre passe bande
- Un microcontrôleur permettant de calculer l'angle par rapport à l'azimut.

La figure ci-après présente le schéma bloc du système complet de la boussole. Deux capteurs sont disposés orthogonalement. Chacun capteur dispose de sa propre chaîne de conditionnement du signal.

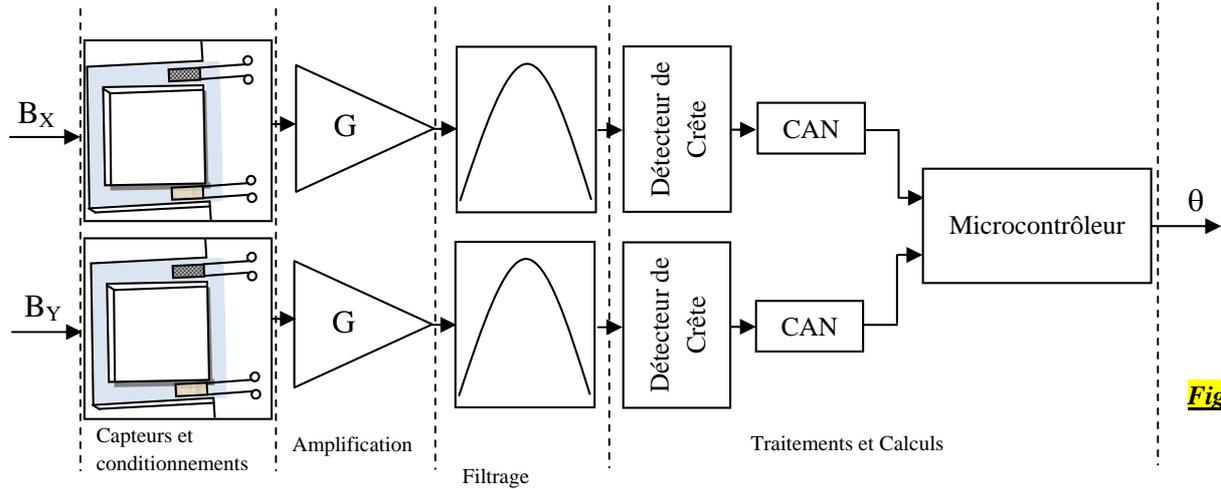


Figure 17

Tâche 1

Étude du Capteur Magnétique

La mesure du champ magnétique est réalisée au moyen d'une poutre en forme de U qui est représentée sur la figure ci-contre.

La présence du champ magnétique d'induction  $B$  et du courant  $I$  traversant la poutre crée une force de Lorentz  $F$  qui la déforme:  $F = I \times W_c \times B$  où  $W_c$  est la largeur du capteur.

Les contraintes créées par la déformation de la structure sont mesurées à l'aide de jauges piezorésistives. Les valeurs des résistances  $R_1$  de la jauge J1 et  $R_2$  de la jauge J2 varient proportionnellement à la force  $F$  appliquée aux jauges. Les axes des jauges (a, b, c et d) sont placés dans un pont de Wheatstone comme le montre le schéma de la Figure 18 .

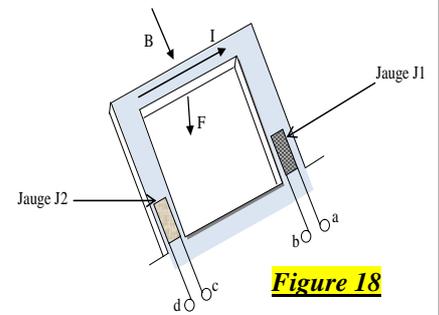


Figure 18

Question 1 :

La mesure du champ magnétique est ramenée à une mesure de résistances, le pont de Wheatstone est un moyen très précis pour le conditionnement du capteur.

Donner l'expression de la tension  $V_{capt}$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  et  $V_{DD}$ .

Question 2 :

En l'absence du champ magnétique ( $B = 0$ ), aucune force n'est appliquée au capteur ; dans ce cas les résistances des jauges sont égales à  $R_0 (= 120 \Omega)$

Quelle est la condition pour que le pont soit équilibré, c'est-à-dire  $V_{capt}$  soit nulle ?

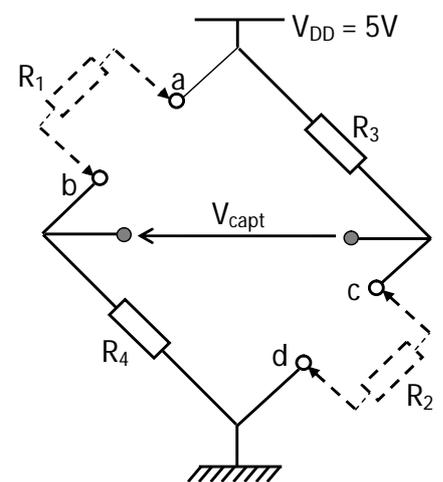


Figure 19

**Question 3 :**

Du fait de la symétrie du capteur toutes les jauges subissent la même déformation en valeur absolue. Lors d'un effet de traction la jauge J1 subie une traction ramenant sa résistance à  $R_1 = R_0 + \Delta R$ , tandis que la jauge J2 subie une compression ramenant sa résistance à  $R_2 = R_0 - \Delta R$ .

Pour  $R_3 = R_4 = R_0$ , montrer que la tension captée peut s'écrire sous la forme :  $V_{capt} = -\frac{V_{DD}}{2R_0} \Delta R$

Sachant qu'un champ magnétique de  $20 \mu T$  crée une variation de résistance des jauges de  $\Delta R = 1200 \mu \Omega$ , donner la valeur de  $V_{capt}$ .

**Question 4 :**

Le courant I est alternatif. Pour un champ magnétique B quasi-constant la structure mécanique oscille à la même fréquence que le courant. La tension de sortie du capteur est un signal sinusoïdal dont l'amplitude est modifiée par le champ magnétique B.

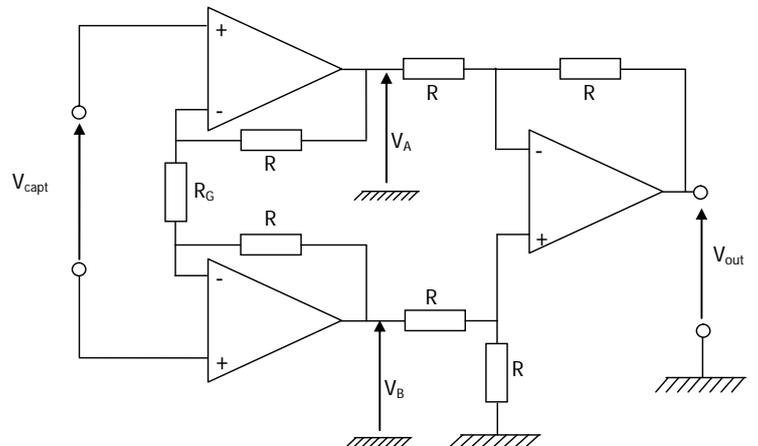
Tracer l'allure du signal capté  $V_{capt}$  lorsque le champ magnétique B passe de  $10$  à  $20 \mu T$ .

**Tâche 2**

**Étude de l'Étage d'Amplification**

L'amplificateur adopté est un amplificateur d'instrumentation couramment utilisé dans une chaîne de mesure. Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits.

Le produit Gain-Bande Passante (**GBP**) des amplificateurs opérationnels utilisés est de  $3,4 \text{ MHz}$ . Le gain maximum de l'amplificateur d'instrumentation doit être calculé pour une fréquence de coupure  $F_C = 32 \text{ kHz}$  afin de tenir compte des dispersions liées à la fabrication.



**Figure 20**

**Question 1 :**

Quel est le gain maximal  $G_m$  fourni par cet amplificateur d'instrumentation ?

**Question 2 :**

Exprimer la sortie  $V_{out}$  en fonction des tensions  $V_A$  et  $V_B$

**Question 3 :**

Exprimer la différence des tensions ( $V_A - V_B$ ) en fonction de l'entrée mesurée  $V_{capt}$ .

**Question 4 :**

En déduire l'expression du gain G de l'amplificateur d'instrumentation en fonction de  $R_G$  et R.

Pour un gain  $|G| = 100$  et une résistance  $R = 1 \text{ K}\Omega$ , calculer la valeur de la résistance  $R_G$ .

SEV 6

Étude du Traitement et Transmission de la Mesure

17 p<sup>ts</sup>

Une carte principale organisée autour d'un microcontrôleur **16F877** récupère les données de la boussole et du télémètre via une communication série.  
La boussole utilisée par la sonde est un module intégré le HMR3200 *Figure 20*.  
Le télémètre est un DIMETIX DLS-B permettant d'émettre une lumière (Laser) cette dernière est renvoyée par les parois vers le système afin de mesurer des distances allant jusqu'à 500 mètres.

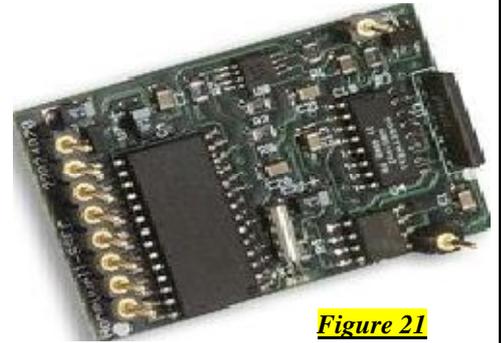


Figure 21

Tâche 1

Étude des communications des mesures

Le module HMR3200 possède un temps de réponse de 1/15 Hz. Le télémètre DIMETIX DLS-B est connecté à la carte principale via la liaison série RS232. Les deux modules, utilisant une communication en mode ASCII, sont connectés au PIC16F877 comme l'indique le tableau suivant :

| Module                | Référence     | PIN du 16F877 |              |
|-----------------------|---------------|---------------|--------------|
|                       |               | Émission      | Réception    |
| Télémètre Laser       | DIMETIX DLS-B | Port D : RD0  | Port D : RD1 |
| Boussole Électronique | HMR3200       | Port E : RE0  | Port E : RE1 |

Le microcontrôleur 16F877 communique avec les deux modules à une vitesse de 9600bauds. Le protocole utilisé est le suivant :

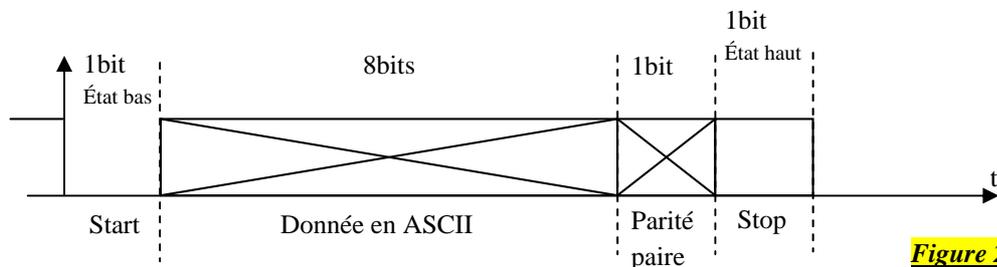


Figure 22

Question 1 :

Quels sont les données (en **ASCII**) envoyés par le télémètre s'il vient d'effectuer une mesure de 15,2455m ? On rappelle que le code ASCII du caractère '0' est 30h (hexadécimal).

Question 2 :

Tracer le signal correspondant à l'envoi du caractère '3'.

Question 3 :

Quelles doivent être les valeurs des registres **TRISD** et **TRISE** pour configurer le sens des pins du microcontrôleur ?

Question 4 :

Le microcontrôleur ( $\mu\text{C}$ ) 16F877 envoie un ordre à la boussole; celle-ci effectue une mesure et renvoie le résultat au  $\mu\text{C}$ . Quel est alors le temps passé entre l'envoi de l'ordre et la réception de la mesure par le  $\mu\text{C}$ ?

## Tâche 2

## Étude de commande et traitements de mesures

Le principe de la mesure consiste à remonter la sonde par paliers successifs. Pour chacun de ces paliers, on effectue une série de mesures :

- Une résistance chauffante (intégrée dans le télémètre) est activée avant chaque mesure pour éviter toute formation de buée sur le miroir de renvoi du télémètre.
- Un moteur pas à pas de 200 pas/tour va permettre de faire tourner le télémètre par pas de  $1,8^\circ$ . Ainsi on pourra réaliser 200 points de mesure pour une profondeur donnée ;
- Afin de ne pas torsader les câbles, il faut revenir en position initiale (rotation de  $360^\circ$  dans le sens opposé) après chaque série de mesures.
- Pour chaque mesure, la boussole électronique permet de contrôler l'orientation de la sonde.

Un envoi du caractère '6' sur le pin **RE0** permet de lancer la boussole pour effectuer une mesure. Les commandes relatives au télémètre sont données sur **DREP 05**: *Commandes du Télémètre*.

Le moteur pas à pas est commandé via les circuits **L297** et **L298** comme le montre le **DREP 04**: *Le contrôleur de moteur pas à pas*. Le branchement du contrôleur **L297** au **PIC16F877** est réalisé selon le schéma de la **figure 22**.

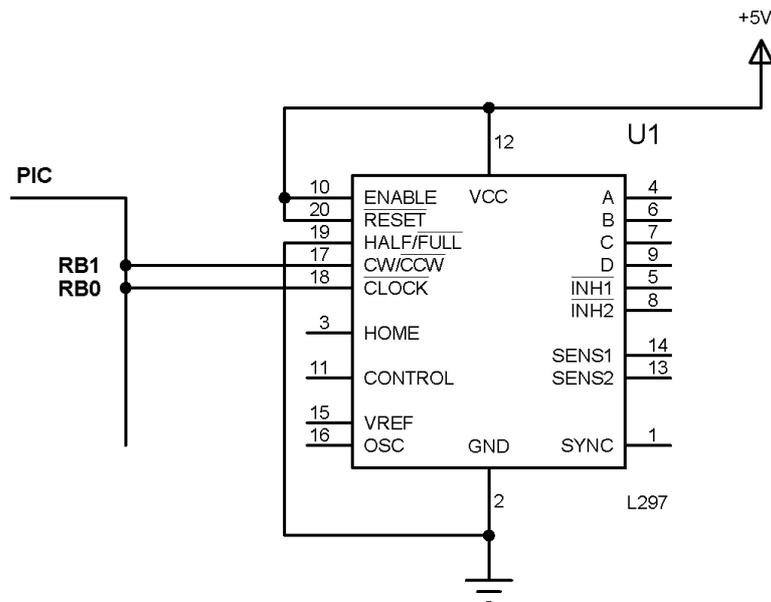


Figure 23

**Question 1 :**

Expliquer pourquoi les broches 10 et 20 du contrôleur L297 sont connectés à +5V, tandis que la broche 19 est à la masse.

Quels sont les rôles des pins RB0 et RB1 du PIC 16F877 ?

**Question 2 :**

Écrire un algorithme permettant de ramener la sonde à sa position initiale. C'est la position pour laquelle la boussole indique un angle mesuré égale à zéro.

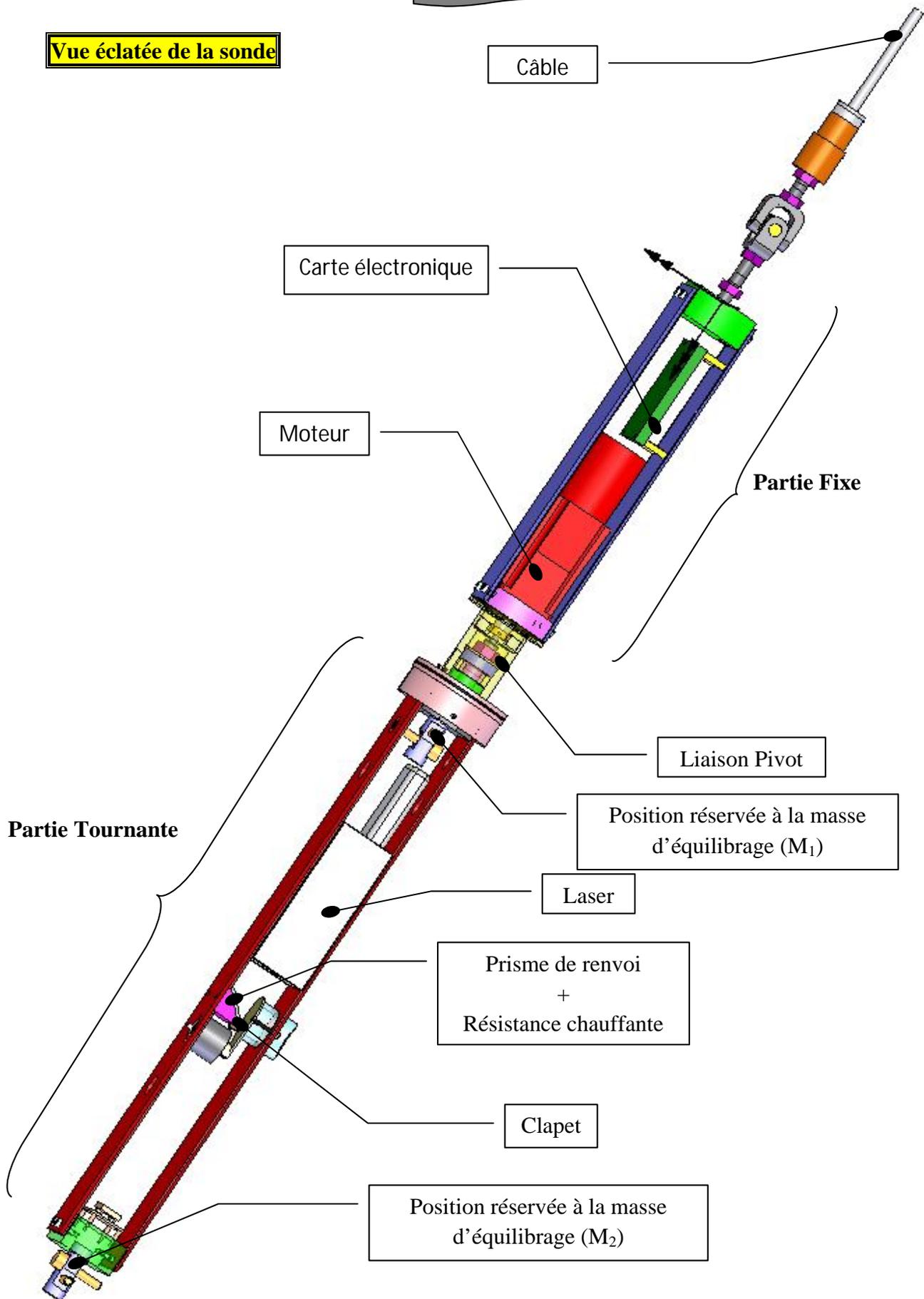
On pourra utiliser les fonctions ASCII\_Ecrire() et ASCII\_Lire() décrites à la fin du **DREP 05**: *Commandes du Télémètre*.

**Question 3 :**

Donner, sous forme d'algorithme, le programme à mettre dans le PIC16F877 pour que la sonde puisse réaliser une série de mesures de 200 points.

DRES 01

Vue éclatée de la sonde



DRES 02

LSMV

0,18 à 132 kW



Le **LSMV** est à la base d'une large gamme de moteurs pour la variation de vitesse.  
LEROY-SOMER propose également les modèles suivants :  
**PLSMV** : moteurs à carcasse en aluminium de construction protégée.  
**FLSMV, FLSCMV** : moteurs à carcasse en fonte avec différents degrés de protection mécanique.

Carter : **Alliage d'aluminium**  
Paliers : **Fonte**  
Protection : **IP 55**  
Isolation : **Classe F**  
Tension : **400V ± 10%**  
Pour humidité relative inférieure à 95%  
Boîtes à bornes : **Aluminium**  
Capot de ventilation : **Métallique**

Roulements : **A jeu C3, graisse LHT, en butée avant, bloqués dans les versions à bride**  
Équilibrage :  
- **Classe S** : HA 80 à 132  
- **Classe R** : HA 160 à 315  
Sondes : **CTP** dans le bobinage  
Peinture : Système **Ia**, Noir **RAL9005**

| 4 Pôles     | Réseau 400 V - 50 Hz                                     |   |  |  |   |   |                                     |                            |   |                      |
|-------------|--|---|--|--|---|---|-------------------------------------|----------------------------|---|----------------------|
|             | Couplage du moteur : Y 400 V                             |   |  |  |   |   |                                     |                            |   |                      |
| Type        | Puissance nominale à 50 Hz<br><i>P<sub>n</sub></i><br>kW | Vitesse nominale<br><i>N<sub>n</sub></i><br>min-1 | Couple nominal<br><i>M<sub>n</sub></i><br>Nm | Couple maximal<br><i>M<sub>m</sub></i><br>Nm | Courant à vide<br><i>I<sub>0</sub></i><br>A | Intensité nominale<br><i>I<sub>n</sub>(400V)</i><br>A | Facteur de puissance<br><i>cosφ</i> | Rendement<br><i>η</i><br>% | Moment d'inertie<br><i>J</i><br>kg.m <sup>2</sup> | Masse<br>IM B3<br>kg |
| LSMV 71 L   | 0,18   | 1455  | 1,19   | 4,8  | 0,65  | 0,67  | 0,57                                | 69                         | 0,000675  | 6,4                  |
| LSMV 71 L   | 0,25   | 1450  | 1,68   | 5,9  | 0,85  | 0,91  | 0,58                                | 70                         | 0,000675  | 6,4                  |
| LSMV 71 L   | 0,37   | 1452  | 2,44   | 7,7  | 0,95  | 1,3   | 0,58                                | 71                         | 0,00085   | 7,3                  |
| LSMV 80 L   | 0,55   | 1420  | 3,7  | 8,2  | 1,25  | 1,65  | 0,71                                | 68                         | 0,0013  | 8,2                  |
| LSMV 80 L   | 0,75   | 1435  | 4,9  | 15   | 1,43  | 2   | 0,71                                | 77                         | 0,0024  | 11                   |
| LSMV 90 SL  | 1,1  | 1445  | 7,2  | 17   | 1,33  | 2,5   | 0,82                                | 79                         | 0,0039  | 17                   |
| LSMV 90 L   | 1,5  | 1435  | 9,9  | 23   | 1,54  | 3,2   | 0,84                                | 80                         | 0,0049  | 17                   |
| LSMV 100 L  | 2,2  | 1440  | 14,6   | 39,2   | 2,27  | 4,7   | 0,83                                | 81                         | 0,0071  | 24                   |
| LSMV 100 L  | 3  | 1430  | 19,4   | 56,4   | 3,1   | 6,3   | 0,82                                | 81                         | 0,0071  | 24                   |
| LSMV 112 MG | 4  | 1460  | 26   | 84   | 4,6   | 8,4   | 0,8                                 | 85                         | 0,015   | 33,3                 |
| LSMV 132 SM | 5,5  | 1460  | 37   | 121  | 4,4   | 10,4  | 0,87                                | 86                         | 0,0334  | 55                   |
| LSMV 132 M  | 7,5  | 1455  | 49,4   | 139  | 4,7   | 14  | 0,89                                | 87                         | 0,035   | 55                   |
| LSMV 132 M  | 9  | 1460  | 58,8   | 185  | 6,5   | 16,8  | 0,88                                | 88                         | 0,0385  | 65                   |
| LSMV 160 MR | 11   | 1460  | 71,7   | 233  | 6,6   | 20,2  | 0,88                                | 89                         | 0,069   | 100                  |
| LSMV 160 LU | 15   | 1465  | 97,8   | 371  | 11,7  | 28,3  | 0,85                                | 90,7                       | 0,096   | 109                  |
| LSMV 180 M  | 18,5   | 1468  | 120  | 360  | 14,1  | 34,4  | 0,84                                | 92,4                       | 0,123   | 136                  |
| LSMV 180 LU | 22   | 1468  | 143  | 459  | 16,9  | 40,7  | 0,84                                | 92,8                       | 0,145   | 155                  |
| LSMV 200 L  | 30   | 1476  | 194  | 591  | 22,9  | 55,8  | 0,83                                | 93                         | 0,24  | 200                  |
| LSMV 225 SR | 37   | 1475  | 240  | 704  | 28,9  | 68,9  | 0,82                                | 93,9                       | 0,29  | 235                  |
| LSMV 225 MG | 45   | 1483  | 290  | 937  | 34,9  | 82,9  | 0,83                                | 94,2                       | 0,63  | 320                  |
| LSMV 250 ME | 55   | 1481  | 354  | 1020   | 38,5  | 100   | 0,84                                | 94,4                       | 0,73  | 340                  |
| LSMV 280 SD | 75   | 1482  | 483  | 1562   | 55,1  | 137,1   | 0,83                                | 94,9                       | 0,96  | 430                  |
| LSMV 280 MK | 90   | 1488  | 577  | 1912   | 68,2  | 165   | 0,83                                | 94,9                       | 2,32  | 655                  |
| LSMV 315 SP | 110  | 1489  | 706  | 2563   | 81,7  | 200   | 0,83                                | 94,9                       | 2,79  | 750                  |
| LSMV 315 MR | 132  | 1488  | 847  | 2771   | 77  | 230   | 0,88                                | 94,3                       | 3,27  | 860                  |

D'autres polarités et tensions peuvent être sélectionnées à partir des éléments contenus dans le **catalogue technique LSMV**, ou à partir de cahiers des charges spécifiques.

DÉSIGNATION - CODIFICATION

Exemple : LSMV 180 M 18,5 kW

|                           |            |                    |                                   |                |                  |                        |
|---------------------------|------------|--------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------------|
| 4 P<br>1500 min-1         | LSMV 180 M | 18,5 kW            | IM 1001<br>(IM B3)                | 400 V          | 50 Hz            | IP 55                  |
| Polarité(s)<br>Vitesse(s) | Type       | Puissance nominale | Forme de construction<br>CEI 34-7 | Tension réseau | Fréquence réseau | Protection<br>CEI 34-5 |

DRES 03

Variateurs de vitesse  
pour moteurs asynchrones  
Altivar 31

Variateurs avec radiateur (gamme de fréquence de 0,5 à 500Hz)

| Moteur  |      | Réseau               |          |                                  |                                  | Altivar 31         |   |   |                  | Référence (5) | Masse |
|---|------|----------------------|----------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|---|---|------------------|---------------|-------|
| Puissance indiquée sur plaque (1)   |      | Courant de ligne (2) |          | Puis-<br>sance<br>appa-<br>rente | Icc ligne<br>présumé<br>maxi (4) | Courant<br>nominal | Courant<br>transitoire<br>maxi<br>pendant<br>60 s | Puissance<br>dissipée à<br>charge<br>nominale |                  |               |       |
| kW  | HP   | à U1                 | à U2 (3) |                                  |                                  |                    |   |   | 4 kHz            |               |       |
| Tension d'alimentation monophasée : 200...240 V 50/60 Hz, avec filtres CEM intégrés |      |                      |          |                                  |                                  |                    |   |   |                  |               |       |
| 0,18  | 0,25 | 3,0                  | 2,5      | 0,6                              | 1                                | 1,5                | 2,3   | 24  | ATV 31H018M2 (6) | 1,500         |       |
| 0,37  | 0,5  | 5,3                  | 4,4      | 1                                | 1                                | 3,3                | 5   | 41  | ATV 31H037M2 (6) | 1,500         |       |
| 0,55  | 0,75 | 6,8                  | 5,8      | 1,4                              | 1                                | 3,7                | 5,6   | 46  | ATV 31H055M2 (6) | 1,500         |       |
| 0,75  | 1    | 8,9                  | 7,5      | 1,8                              | 1                                | 4,8                | 7,2   | 60  | ATV 31H075M2 (6) | 1,500         |       |
| 1,1   | 1,5  | 12,1                 | 10,2     | 2,4                              | 1                                | 6,9                | 10,4  | 74  | ATV 31HU11M2 (6) | 1,800         |       |
| 1,5   | 2    | 15,8                 | 13,3     | 3,2                              | 1                                | 8                  | 12  | 90  | ATV 31HU15M2 (6) | 1,800         |       |
| 2,2   | 3    | 21,9                 | 18,4     | 4,4                              | 1                                | 11                 | 16,5  | 123   | ATV 31HU22M2 (6) | 3,100         |       |

|  |      |      |      |      |    |      |      |     |                   |        |
|--|------|------|------|------|----|------|------|-----|-------------------|--------|
| Tension d'alimentation triphasée : 200...240 V 50/60 Hz, sans filtre CEM (7) |      |      |      |      |    |      |      |     |                   |        |
| 0,18   | 0,25 | 2,1  | 1,9  | 0,7  | 5  | 1,5  | 2,3  | 23  | ATV 31H018M3X (6) | 1,300  |
| 0,37   | 0,5  | 3,8  | 3,3  | 1,3  | 5  | 3,3  | 5    | 38  | ATV 31H037M3X (6) | 1,300  |
| 0,55   | 0,75 | 4,9  | 4,2  | 1,7  | 5  | 3,7  | 5,6  | 43  | ATV 31H055M3X (6) | 1,300  |
| 0,75   | 1    | 6,4  | 5,6  | 2,2  | 5  | 4,8  | 7,2  | 55  | ATV 31H075M3X (6) | 1,300  |
| 1,1  | 1,5  | 8,5  | 7,4  | 3    | 5  | 6,9  | 10,4 | 71  | ATV 31HU11M3X (6) | 1,700  |
| 1,5  | 2    | 11,1 | 9,6  | 3,8  | 5  | 8    | 12   | 86  | ATV 31HU15M3X (6) | 1,700  |
| 2,2  | 3    | 14,9 | 13   | 5,2  | 5  | 11   | 16,5 | 114 | ATV 31HU22M3X (6) | 1,700  |
| 3  | -    | 19,1 | 16,6 | 6,6  | 5  | 13,7 | 20,6 | 146 | ATV 31HU30M3X (6) | 2,900  |
| 4  | 5    | 24,2 | 21,1 | 8,4  | 5  | 17,5 | 26,3 | 180 | ATV 31HU40M3X (6) | 2,900  |
| 5,5  | 7,5  | 36,8 | 32   | 12,8 | 22 | 27,5 | 41,3 | 292 | ATV 31HU55M3X (6) | 6,400  |
| 7,5  | 10   | 46,8 | 40,9 | 16,2 | 22 | 33   | 49,5 | 388 | ATV 31HU75M3X (6) | 6,400  |
| 11   | 15   | 63,5 | 55,6 | 22   | 22 | 54   | 81   | 477 | ATV 31HD11M3X (6) | 10,500 |
| 15   | 20   | 82,1 | 71,9 | 28,5 | 22 | 66   | 99   | 628 | ATV 31HD15M3X (6) | 10,500 |

(1) Ces puissances sont données pour une fréquence de découpage maximale de 4 kHz, en utilisation en régime permanent. La fréquence de découpage est réglable de 2 à 16 kHz. Au-delà de 4 kHz, un déclassement doit être appliqué au courant nominal du variateur, et le courant nominal du moteur ne devra pas dépasser cette valeur.

(2) Valeur typique pour un moteur 4 pôles et une fréquence de découpage maximale de 4 kHz, sans inductance de ligne additionnelle pour le courant de ligne présumé maxi.

(3) Tension nominale d'alimentation, mini U1, maxi U2 (200-240 V).

(4) Si Icc ligne supérieur aux valeurs du tableau, ajouter des inductances de ligne, voir page 60266/3.

(5) Pour commander un variateur destiné à l'application trancannage, ajouter un T en fin de référence du variateur choisi. Exemple : ATV 31H018M2T.

(6) Pour commander un variateur avec potentiomètre, ajouter un A en fin de référence du variateur choisi. Exemple : ATV 31H018M2A.

(7) Filtre CEM en option.

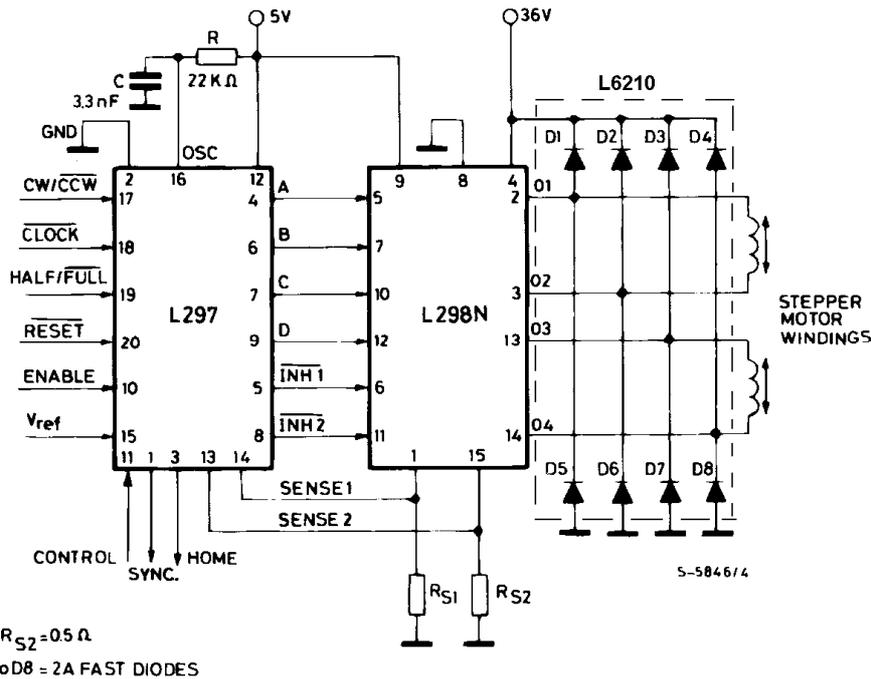
DRES 04

Contrôleur de moteur pas à pas

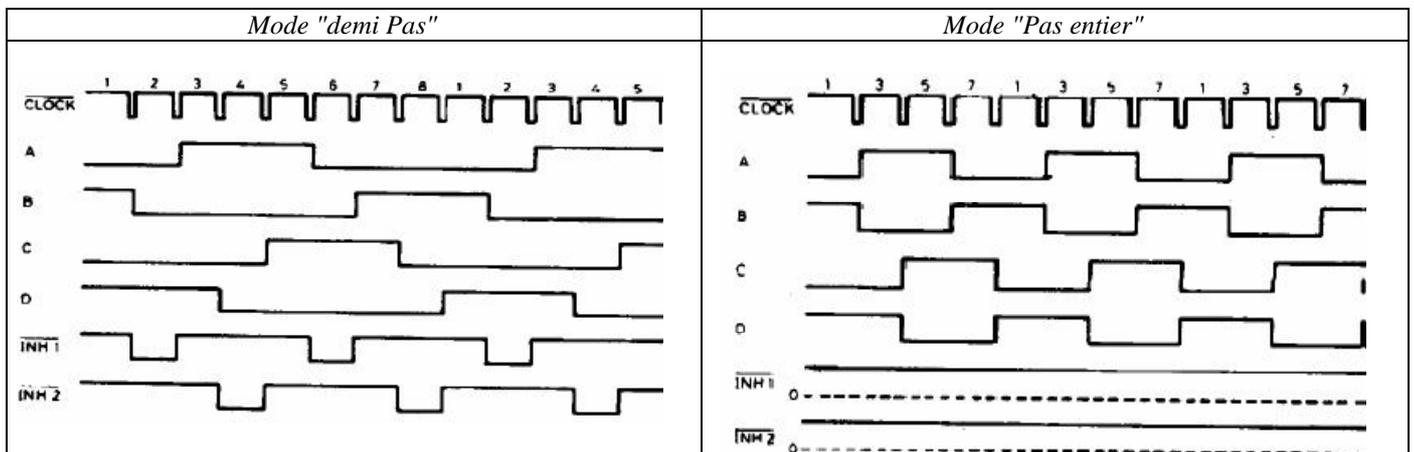
DESCRIPTION

Ce composant permet de piloter le circuit L298 afin de faire tourner un moteur pas à pas soit dans un sens ou dans l'autre par le biais de la broche CW/CCW (CW : sens positif et CCW : sens négatif).

Le composant dispose d'une entrée horloge (CLOCK), qui peut être contrôlée par le microcontrôleur pour faire un pas. Une autre broche (Half/Full) permet de spécifier le mode de fonctionnement : Mode demi pas ou mode pas entier.



- ENABLE : état à 1, permet la validation de composant.
- RESET : état à 1, si l'état est à 0 alors mise à zéro du composant.
- HALF/FULL : état à 1, active le mode demi pas état à 0, active le mode pas entier.
- CW/CCW : sélection du sens de rotation.
- CLOCK : entrée d'horloge, permet l'incrémentation d'un pas sur chaque front descendant.



## DRES 05

Commandes du Télémètre

Les commandes pouvant être envoyées au télémètre sont les suivantes. Les réponses indiquées sont à titre d'exemple.

- Une seule mesure :
  - Commande : « g »
  - En réponse : 31..06+00032831 51....+00000000
- STOP/CLEAR :
  - Commande : « c »
  - En réponse : 31..06+00032831 51....+00000000
- Plusieurs mesures (périodiquement) :
  - Commande : « h »
  - En réponse :
    - 31..06+00032831 51....+00000000
    - 31..06+00032831 51....+00000000
    - 31..06+00032831 51....+00000000
  - ... (envoyer « c » pour arrêter)
- Température (active la résistance chauffante et renvoie la température de l'appareil):
  - Commande : « t »
  - En réponse : 40....+00000241

La mesure de distance est en 1/10 de mm et pour la température c'est en 1/10°C.

La constitution de la trame ASCII d'une mesure effectuée par le télémètre est disposée de la manière suivante :

| Numéro de caractère  | 7                    | 15       | 31                              |
|----------------------|----------------------|----------|---------------------------------|
| Trame de réponse     | Préambule<br>31..06+ | xxxxxxxx | Fin de Trame<br>51....+00000000 |
| Mesure en 1/10 de mm |                      |          |                                 |

Par exemple si à la place des « xxxxxxxx » on a : 00025587, cela correspondra à 25587 dixième de millimètres ; ce qui représentera en réalité 2 558,7mm soit 2,5587m.

On dispose de deux fonctions ASCII\_Ecrire() et ASCII\_Lire() permettant d'envoyer ou de recevoir un caractère en protocole ASCII sur un pin du PIC16F877. Les syntaxes des deux fonctions sont les suivantes :

- ASCII\_Ecrire ( NumérodéPIN, Caractère )
- Caractère = ASCII\_Lire(NumérodéPIN )

**Exemple**

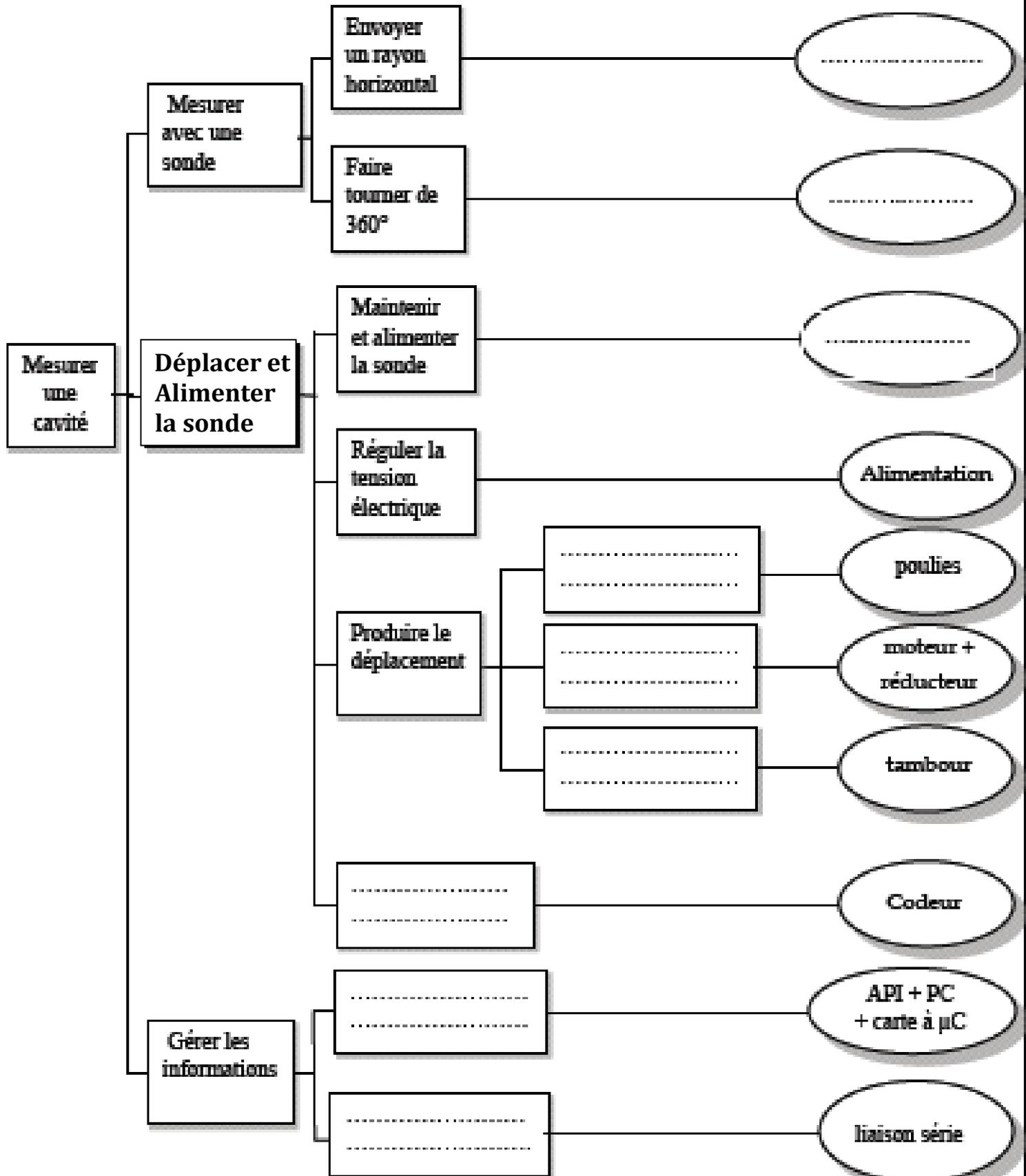
- X='A'
- ASCII\_Ecrire ( 2 , X )

Permet d'envoyer le caractère 'A' sur le pin 2 (RA0) du microcontrôleur.



**DREP 02**

Question -3 -b)

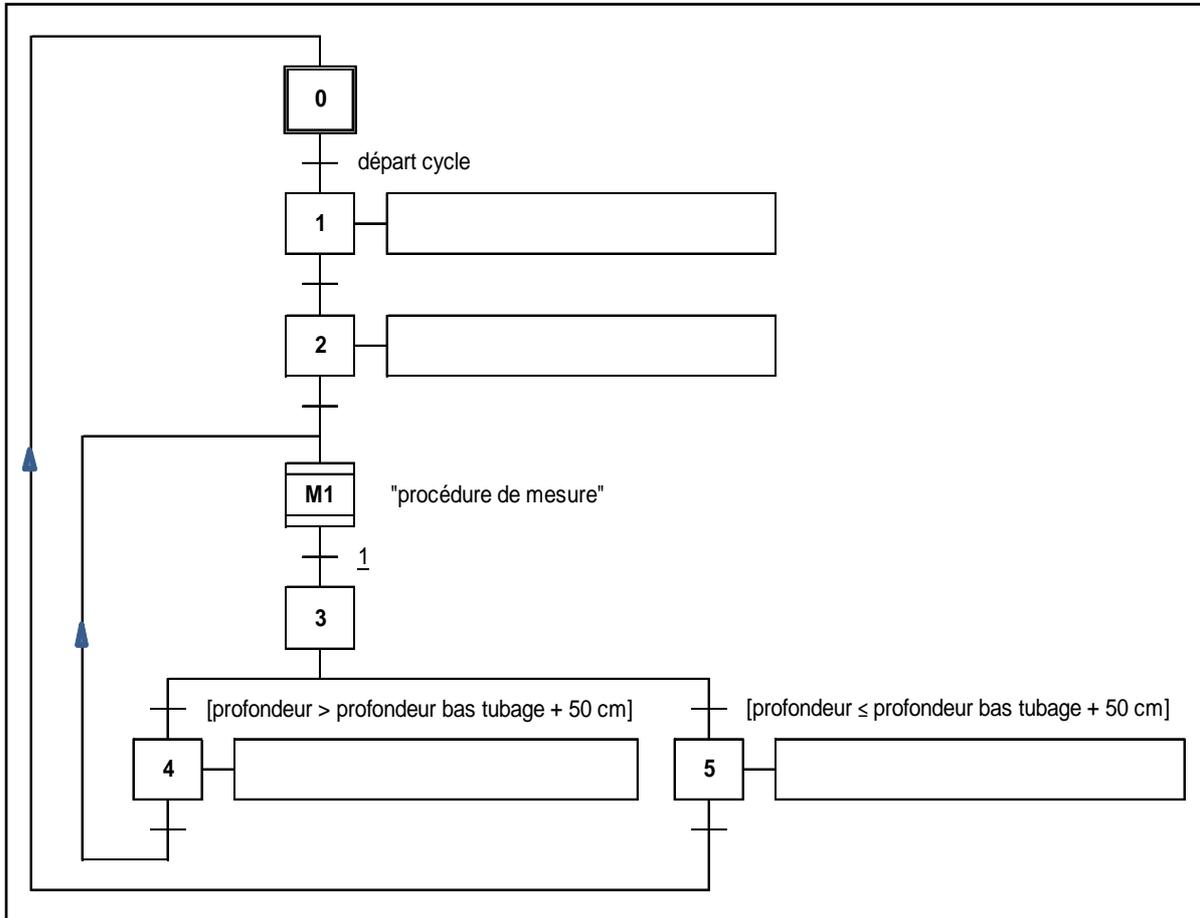


**DREP 03**

**Tâche 2**

**Description séquentielle du cycle de mesure**

**Question -1-**



SEV 2

Étude énergétique

xx p<sup>ts</sup>

**Tâche**

**Modélisation de la partie mécanique mobile**

**Question -1-**

.....

.....

.....

.....

.....

Question -2 -a)

DREP 04

| Système mobile<br>(translation ou rotation) | Énergie cinétique<br>$E_c$ |
|---|----------------------------|
| Moteur                                      | .....                      |
| Réducteur                                   | .....                      |
| Tambour                                     | .....                      |
| Sonde                                       | .....                      |
| Câble déroulé                               | .....                      |
| Câble enroulé                               | .....                      |

Question -2 -b)

.....

.....

.....

.....

Question -2 -c)

.....

.....

.....

.....

Question -3-a)

.....

.....

.....

.....

Question -3 -b)

.....

.....

.....

.....

Question - 3-C-

.....

.....

.....

.....

DREP 05

SEV 3

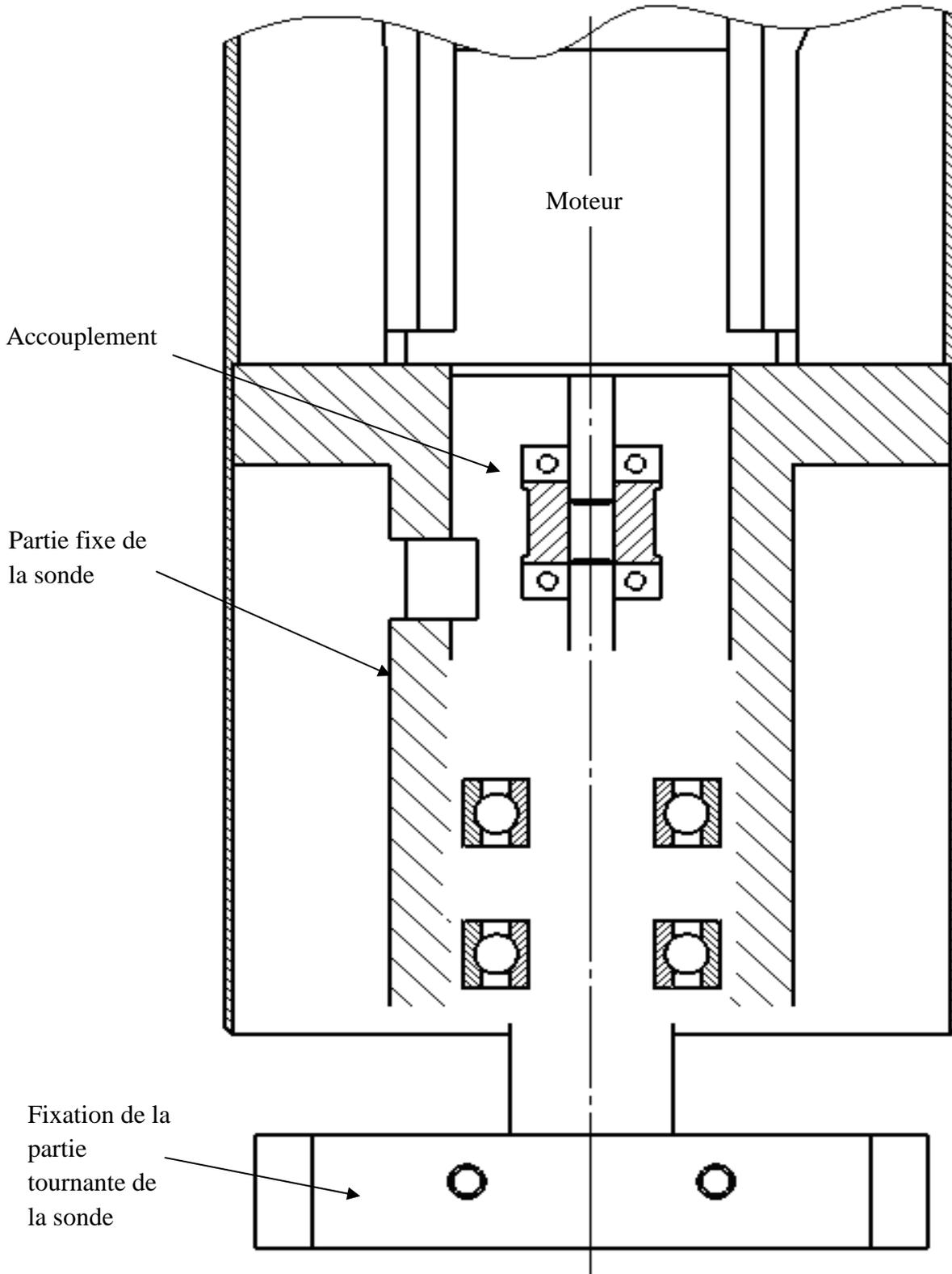
Étude du guidage en rotation de la partie tournante de la sonde

xx p<sup>ts</sup>

Tâche

Conception du montage des roulements

Question - 1 -



**DREP 06**

SEV 4

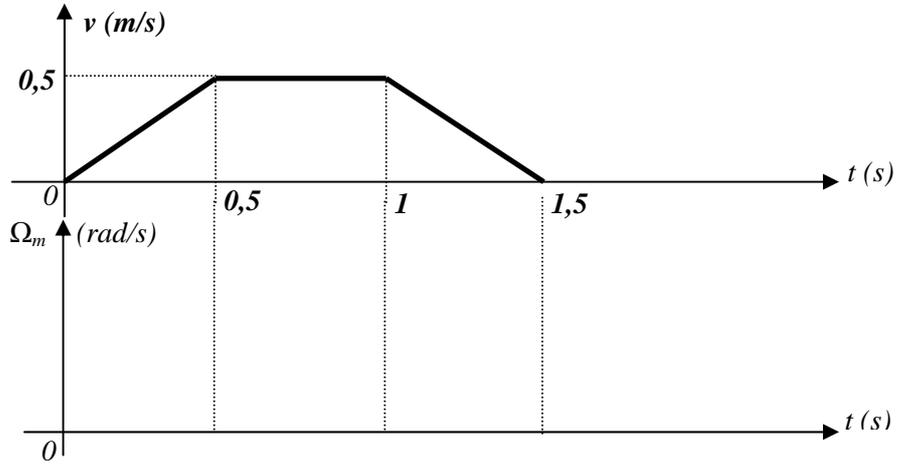
Étude de la Chaîne de conversion électrotechnique

35 p<sup>ts</sup>

Tâche 1

Choix du moteur et de son variateur de vitesse

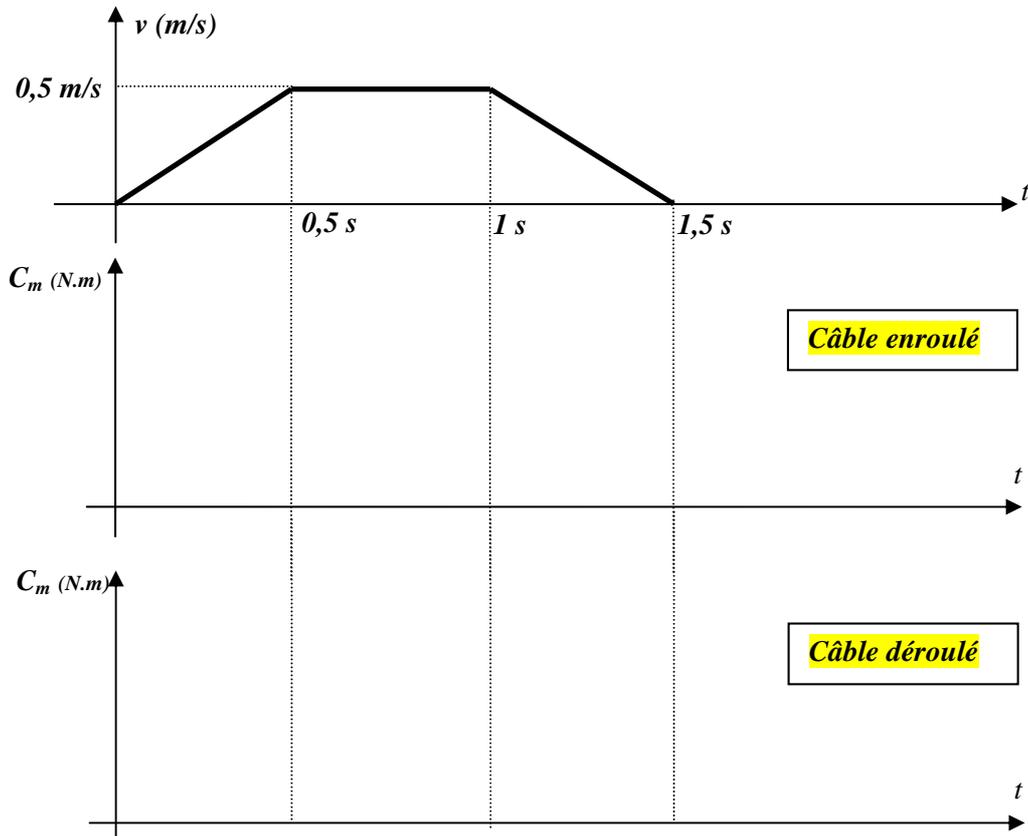
Question -1-



Question -2-

Question -3-

Question -4-



**DREP 07**

**Question -5 -**

.....

.....

.....

.....

**Question -6 -**

.....

.....

.....

.....

**Question -7 -**

.....

.....

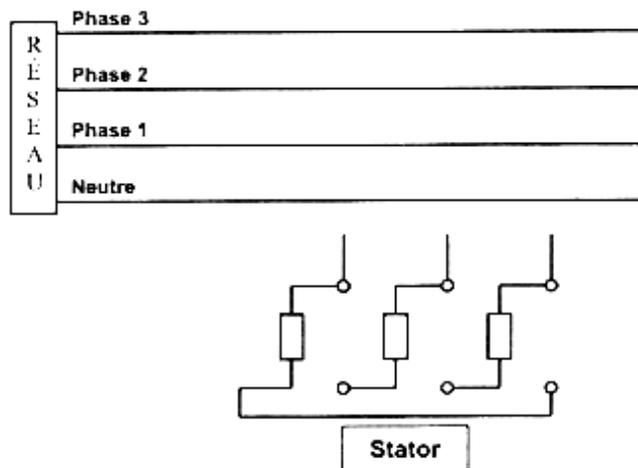
.....

.....

**Tâche 2**

*Étude du moteur asynchrone*

**Question -1 -**



**Question -2 -**

.....

.....

.....

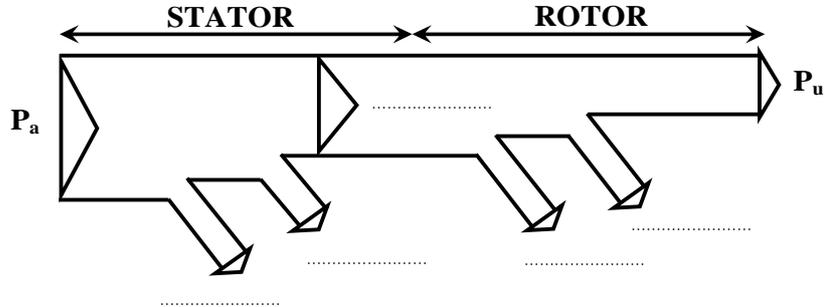
.....

**DREP 08**

**Tâche 3**

*Bilan de puissances au fonctionnement nominal*

**Question -1 -**



**Question -2 -**

.....

.....

.....

.....

.....

**Question -3-**

.....

.....

.....

.....

.....

**Tâche 4**

*Étude de la commande du moteur*

**Question -1 -**

.....

.....

.....

.....

.....



DREP 10

SEV 5

Étude de la Boussole pour la Sonde de Mesure

18 p<sup>ts</sup>

Tâche 1

Étude du Capteur Magnétique

Question -1 -

.....

.....

.....

Question -2 -

.....

.....

.....

Question -3 -

.....

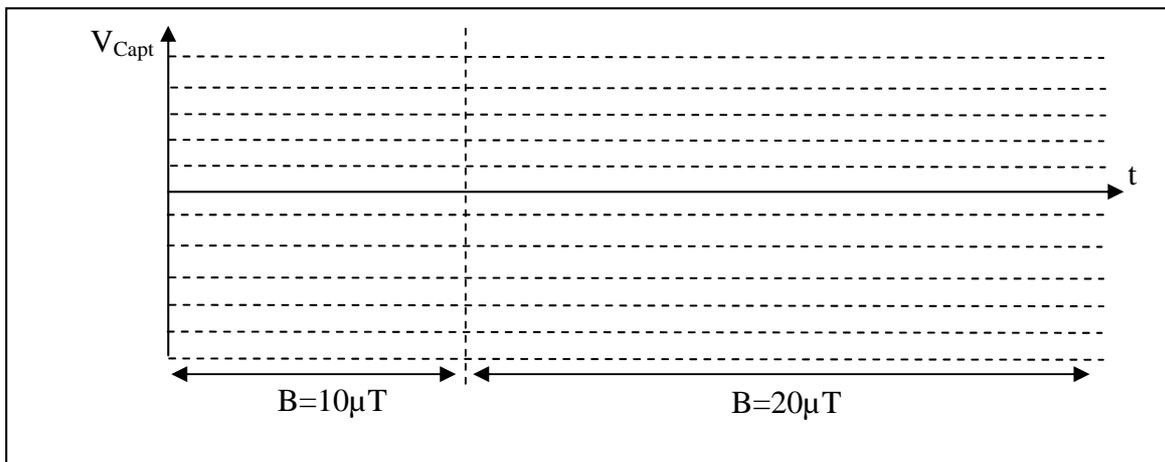
.....

.....

.....

Application Numérique : .....

Question -4 -



**DREP 11**

Tâche 2

Étude de l'Étage d'Amplification

**Question -1 -**

.....  
.....

**Question -2 -**

.....  
.....  
.....  
.....

**Question -3 -**

.....  
.....  
.....  
.....

**Question -4 -**

.....  
.....  
.....  
.....

SEV 6

Étude du Traitement et Transmission de la Mesure

17 p<sup>ts</sup>

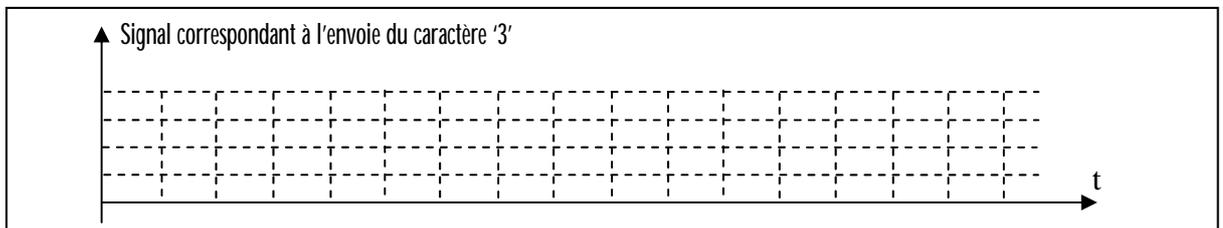
Tâche 1

Étude des communications des mesures

**Question -1 -**

.....  
.....

**Question -2 -**





## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

موضوع علوم الحياة والأرض



## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

يوليو 2011

مدة الإنجاز: 4 ساعات

### علوم الحياة والأرض

يتضمن موضوع المباراة خمسة تمارين، و إجمالي تنقيطه 60 نقطة.

#### التمرين 1 (10 نقط)

تلعب جزيئة ATP دور وسيط طاقي مركزي داخل الخلية العضلية أثناء النقل. بين ذلك من خلال عرض واضح ومنظم معزز برسوم تخطيطية مناسبة.  
ملحوظة: ينبغي أن يتضمن جوابك، مقدمة وعرضا و خاتمة.

#### التمرين 2 (20 نقطة)

##### ■ الجزء الأول

اكتشف Watson و Crick بنية ADN منذ ما يزيد على 53 سنة؛ قبل ذلك بقليل، حصل الباحثان R. Franclin و E. Chargaff على نتائج مهمة تتعلق ببنية هذه الجزيئة.  
عزل E. Chargaff و معاونوه جزيئات ADN مجموعة من الكائنات الحية المختلفة؛ و بعد عدد من المعالجات المتبوعة بتحليل كروماتوغرافي، تمكنوا من معايرة القواعد الأزوتية المتواجدة في جزيئة ADN. يبين الجدول 1 النتائج المحصل عليها عند الكائنات الحية المدروسة.

#### الجدول 1

| القواعد الأزوتية |              |               |               | نوع الكائن الحي         | رقم |
|------------------|--------------|---------------|---------------|-------------------------|-----|
| السيوتوزين<br>C  | التيمين<br>T | الكوانين<br>G | الأدينين<br>A |                         |     |
| 17.1             | 32.9         | 18.7          | 31.3          | خميرة البيرة            | 1   |
| 18.4             | 32.1         | 17.7          | 32.8          | قنفذ البحر              | 2   |
| 21.5             | 28.4         | 21.4          | 28.6          | فأر                     | 3   |
| 22.6             | 27.5         | 22.2          | 27.8          | سمك Hareng              | 4   |
| 25.7             | 23.6         | 26            | 24.7          | بكتيريا E. coli         | 5   |
| 19               | 30.6         | 20.5          | 29.8          | بكتيريا D.pneumoniae    | 6   |
| 35.4             | 14.6         | 34.9          | 15.1          | بكتيريا M. tuberculosis | 7   |
| 19.8             | 29.4         | 19.9          | 30.9          | الإنسان                 | 8   |
| 37.1             | 12.4         | 37.1          | 13.4          | بكتيريا Sarcnia lutea   | 9   |
| 24               | 26           | 24            | 26            | حمة T4                  | 10  |
| 17.5             | 33           | 16.8          | 32.7          | حمة T2                  | 11  |
| 21.5             | 31.2         | 23.3          | 24.1          | حمة *PhiX174            | 12  |

\* حمة ذات ADN حلقيّة وأحادية اللولب.

(1) ماذا يمكن استنتاجه بعد تحليل 1 فيما يتعلق ببنية ADN

يتميز طيف امتصاص ADN بامتصاص قصوي في الموجة الكهرومغناطيسية 260 nm، و تبين الوثيقة 1 ADN الثنائي و الأحادي اللولب في هذه الموجة بدلالة الحرارة.

(2) بين كيف يمكن طيف الامتصاص من التمييز بين نوعي ADN

تتميز كل جزيئة ADN ثنائية اللولب بحرارة انصهار  $T_m$  (température de fusion) هذه الأخيرة بمثابة الحرارة التي يتم فيها انفصال 50% ADN

(3) فسر تغير  $T_m$ ، انطلاقا من معطيات الوثيقتين 2 و 3.

(4) 1 الوثيقة 2 أحسب حرارة انصهار ADN ( $T_m$ )

يلجأ إلى تقنية " PCR :polymerase chain reaction) لتلميم جزيئات ADN، وتعتمد هذه التقنية سلوك جزيئات ADN إثر تغير الحرارة، وتجرى عملية التلميم PCR في وسط يحتوي على جزيئة ADN التي يراد تلميمها بوجود النيكلوتيدات الأربع و أنزيم ADN بوليمراز. يوضع مزيج هذه المواد في جهاز يقوم بتغيير الحرارة بطريقة دورية وآلية.

(5) هذه المعطيات، حدد المراحل التي تمر منها جزيئة ADN أثناء تلميمها في جهاز PCR معززا إجابتك بخطاطات تفسيرية.

(6) اقترح طريقة أخرى تمكن من تلميم جزيئات ADN.

(7) معارفك، بين أهمية تلميم ADN في الهندسة الوراثية.

تعتبر العاتية T2 من الحمات التي تتكاثر بداخل البكتيريا E. Coli وتتميز بدورة انحلالية كما هو ممثل في الوثيقة 4.

(1) صف مراحل الدورة الانحلالية لعاتية T2 الممثلة في الوثيقة 4.

Chase Hershey بإنجاز دورات انحلالية لحمة T2 بهما بكتيريا E. Coli وأملاح فوسفاتية موسمة ب  $^{32}P$  وأملاح كبريتية موسمة ب  $^{35}S$ ، بعد ذلك عزلا الفيروسات T2  $^{32}P$   $^{35}S$  لتستعمل في وسطي زرع مستقلين بهما بكتيريا E.Coli أملاح فوسفاتية و كبريتية غير معلمة. 15 دقيقة، قاما بالمناولتين التاليتين:

– (centrifugation) ثم قياس نسبة الإشعاع في كل من الراسب  
– (culot) (surnageant)  
– تحريك قوي ل  
بعملية النبد، قياس

و تلخص الوثيقة 5 مراحل ونتائج هذه التجربة.

(2) Chase Hershey الممثلة في الوثيقة 5، ثم حدد الخاصية الأساسية لـ ADN التي كشفت عنها هذه التجارب.

جهة أخرى Stahl Meselson E. Coli على امتداد خمسة أجيال (20 دقيقة لكل جيل) في وسط يحتوي على كلورور الأمونيوم ( $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$  : chlorure d'ammonium) نظير الأزوت الثقيل  $^{15}\text{N}$ . ثم قاما بنقل هذه البكتيريا وسط زرع عادي به كلورور الأمونيوم ( $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ ) والذي يدخل في تركيبه الأزوت الخفيف  $^{14}\text{N}$  ت عينات من البكتيريا خلال فترات زمنية متتالية ومنتظمة، واستخلصت منها ADN بواسطة تقنية النبد على ممال كثافة كلورور السيزيوم (Gradient de densité du chlorure de césium). تمثل الوثيقة 6 ADN وكذا مقاييس كثافتها.

(3) ستغلاك لمعطيات الوثيقة 6، بين كيف تمكن الباحثان Stahl Meselson اكتشاف خاصية أساسية متعلقة بتضاعف جزيئة ADN، عزز إجابتك برسم تخطيطي.

### التمرين 3 ( 12 )

يعتبر فيروس VIH المسؤول على مرض السيدا، و الذي يصيب بالخصوص الفئات العمرية النشيطة في جل الكشوف عن بعض الاضطرابات التي يتعرض لها الجهاز المناعي عند المصابين ب SIDA، تم تتبع تطور كل من تركيز للمفاويات T4، وكمية الفيروسات، وتركيز الأجسام المضد VIH في دم المصابين بالسيدا كما تبين ذلك الوثيقة 7 .

(1) حلل و فسر أهم التغيرات التي يعرفها كل من تركيز للمفاويات T4، وكمية الفيروسات، وتركيز الأجسام المضادة ضد VIH الثلاث للإصابة بالسيدا.  
(2) كيف تفسر ظهور و تطور التعففات الانتهازية في ( و التي تؤدي في النهاية ( ذكر بعضا من هذه التعففات.

من أجل الكشوف المبكر عن هذا المرض و تتبع تطوره، تم تطوير Western Blot الذي يعتبر يعتمد هذا الاختبار على الكشوف عن الأجسام المضادة الموجودة في المصل والموجهة ضد مجموعة من بروتينات حمة VIH. وتعتبر حالة المواليد الحديثة، المنجبة من طرف أمهات موجبة المصل (séropositives) ن بين الحالات التي يلجأ فيها إلى هذا الاختبار التأكد من سلامتهم، وتمثل الوثيقة 8 Western Blot لطفلين " " " و " وأمهاتهم

(3) انطلاقا من تحليلك لمعطيات الوثيقة 8، فسر أهمية تتبع الأطفال لعدة أشهر من سلامتهم.

تسعى كبريات مختبرات الكيمياء الإحيائية إلى تطوير لقاح ضد VIH الحمة بالمفاويات T4 من بين المسارات التي يهتم بها البد العلمي حاليا حيث يعتبر الكليكوبروتينين gp 120 VIH إلى الخلايا T4 و تمثل الوثيقة 9 بالخلايا T4.

تم حقن مجموعتين من القرود بلقاحين تجريبيين مختلفين، و بعد استخلاص مصليهما، اختبرت نجاعة الأجسام المضادة المتواجدة بهما، وذلك بوضعها في وسط يحتوي على سلالات مختلفة من VIH. يمثل 2 الظروف و النتائج التجريبية المحصل عليها.

2

| تركيب اللقاح                      |   |
|-----------------------------------|---|
| كليكوبروتينين gp 120.             | غياب استجابة مناعية فعالة.                                |
| كليكوبروتينين gp 120 .gp 120 .v3. | ارتفاع شدة الاستجابة المناعية و فعاليتها اتجاه مختلف VIH. |

(4) انطلاقاً من تحليل نتائج هاتين التجربتين و معطيات الوثيقة 9، استخرج العراقي التي .VIH

بمرض السيدا، رغم انتمائهم إلى الفئات الأكثر تعرضاً للإصابة بهذا المرض، اكتشفت مجموعة من الباحثين الفرنسيين وجود مورثة CCR5 هؤلاء الأشخاص، تدعى DCCR5 وترمز إلى بروتين غير عادي. ومكنت دراسة وراثية أجريت على ساكنة معرضة للإصابة بالسيدا من مقارنة توزيع الأنماط الوراثية للأشخاص المصابين و السليمين (3).

3

| الأشخاص الذين شملتهم الدراسة |     |              |                                  |
|------------------------------|-----|--------------|----------------------------------|
|                              |     | ايجابي المصل |                                  |
| 1687                         | 545 | 1142         | متشابه<br>CCR5//CCR5             |
| 293                          | 92  | 201          | CCR5//DCCR5                      |
| 20                           | 20  | 0            | متشابه الاقتران:<br>DCCR5//DCCR5 |
| 2000                         | 657 | 1343         |                                  |

(5) أحسب نسب ايجابي و سلبي المصل عند كل من الأنماط الوراثية الثلاث.  
(6) اقترح فرضية تفسر دور الطفرة DCCR5 في الحيلولة دون الإصابة بالسيدا.

## التمرين 4 ( 8 )

نزواج سلالتين نقبتين من نبات *Antirrhinum*، الأولى زهورها حمراء و الثانية زهورها بيضاء  
 نحصل على جيل أول F1 متجانس حامل لزهور بيضاء، بينما في حالة التزاوج بين أفراد F1  
 نحصل على جيل F2 131 نبتة ذات زهور بيضاء 29 نبتة ذات زهور حمراء.

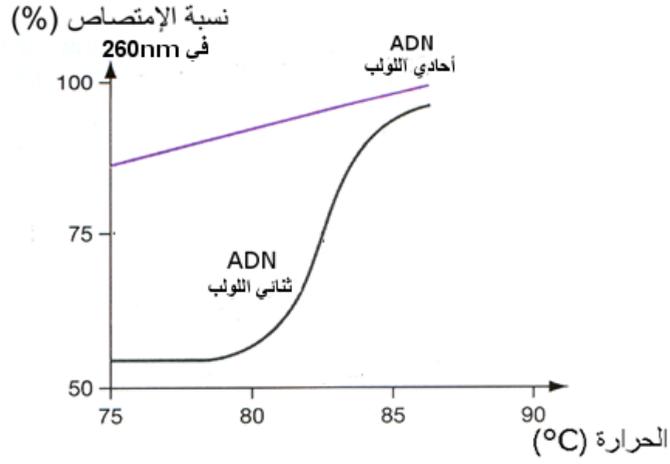
- 1) بين لماذا لا يتعلق الأمر في هذا التزاوج بالهجونة الأحادية
- 2) إذا افترضنا أن المورثتين A B مسؤولتين عن الأنماط الوراثية التالية:  
 (A//A,B//B) و السلالة الثانية (a//a,b//b) ، اقترح تفسيراً وراثياً للمظاهر  
 الوراثية الملاحظة، و حدد الأنماط الوراثية للأفراد F1 F2.
- 3) أعط نتائج التزاوج بين F1 و كلا من السلالتين الأبويتين.

## التمرين 5 ( 10 )

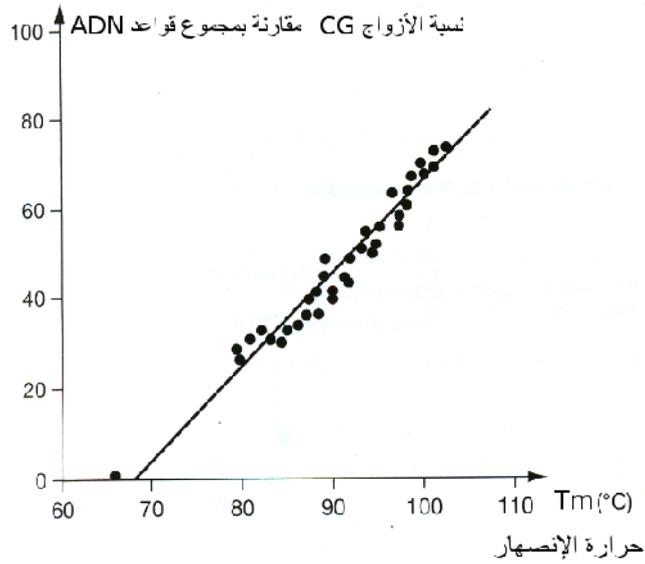
نقترح في هذا التمرين دراسة المركب الأفيوليتي (Complexe ophiolitique)  
 الألب الفرنسية تمثل الوثيقة 10 صفيحتين دقيقتين لعينتين من الميتاكبرو (Metagabbro)  
 تين من منطقتي Chenaillet و Queyras. تحتوي هذه الصخور بقايا من  
 البلاجيوكلاز و البيروكسين، و تعلوها صخور البيلولافا  
 (Pillow lava) ذات تركيب عيداني زلتي أو بيريدوتيت (Péridotite serpentinisée)  
 بصخور الراديولاريت (Radiolarites).

- 1) المركب الأفيوليتي، و كيف تفسر وجوده
- 2) Queyras Chenaillet  
 مبيان الوثيقة 11 بعد نقله على ورقة تحريرك تين تيد إليه  
 من الصخرتين المدرستين.
- 3) طبيعة التحول الذي خضع له ميتاكابرو Queyras واستخلص الظاهرة الجيودينامية  
 .هـ
- 4) مبيان الوثيقة 11 بعد نقله على ورقة تحريرك ميتاكابرو  
 Queyras الجيودينامية التي تعرض لها خلال تطور  
 عينات من هذا الأخير، أخذت من سطح جبال الألب على ارتفاع 2500 m .

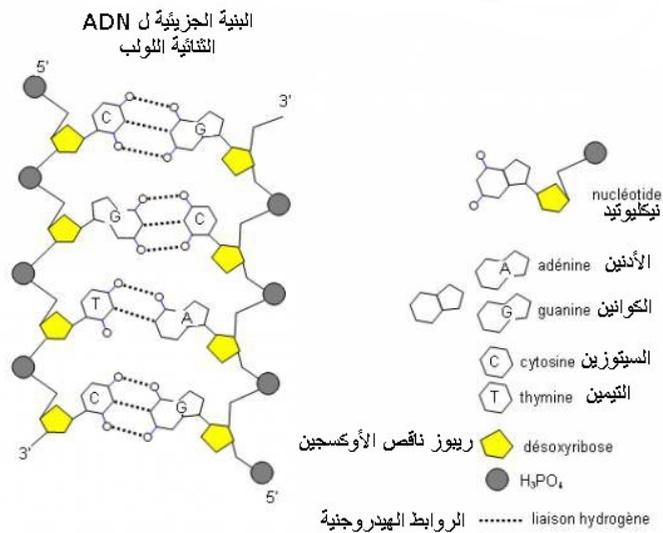
إنتهى



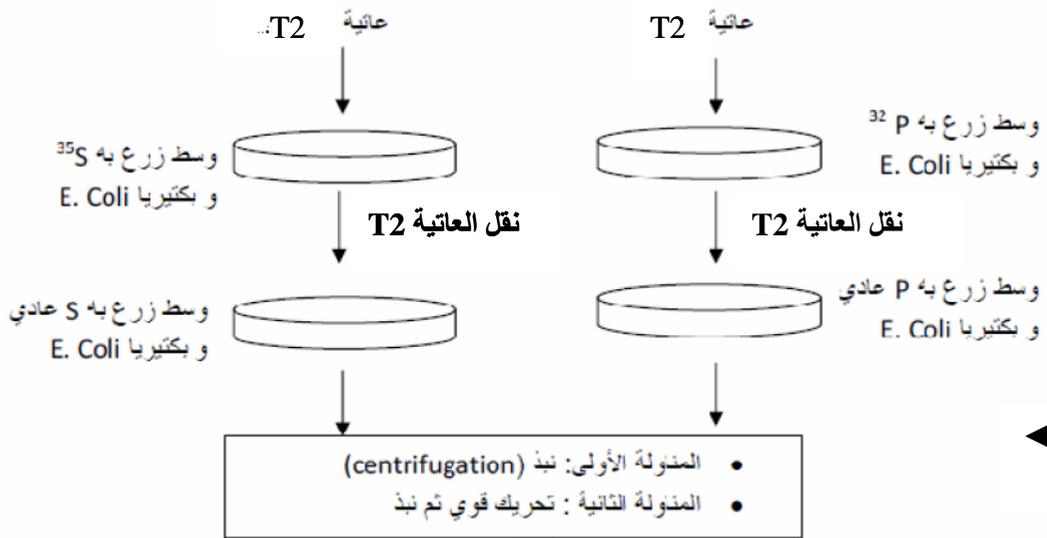
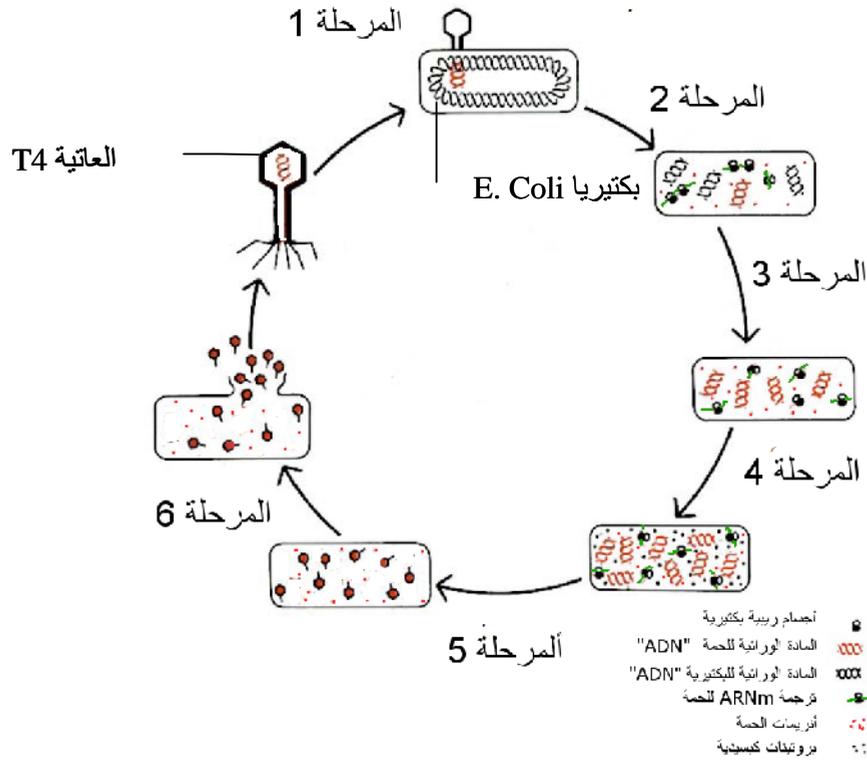
الوثيقة 1



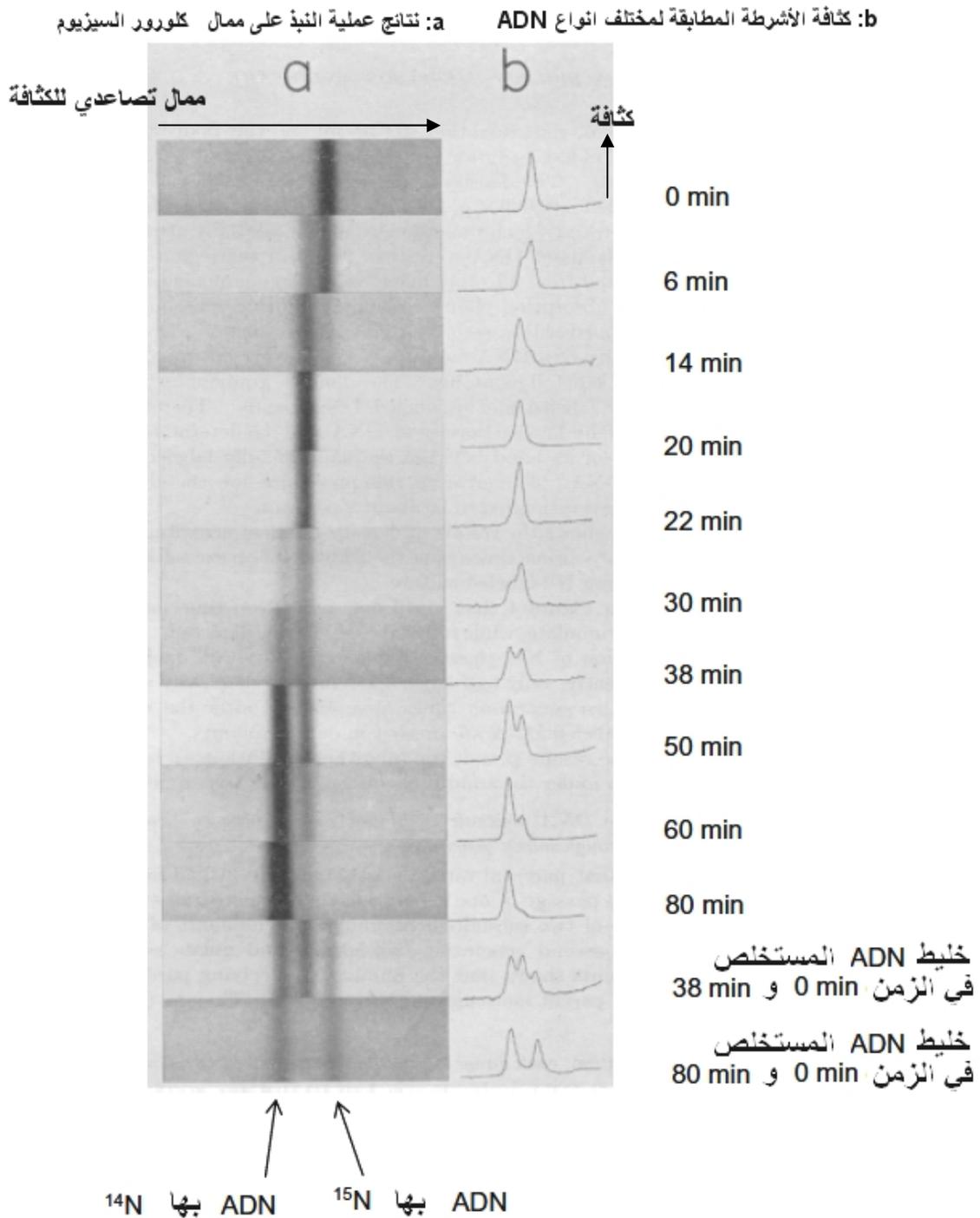
الوثيقة 2



الوثيقة 3



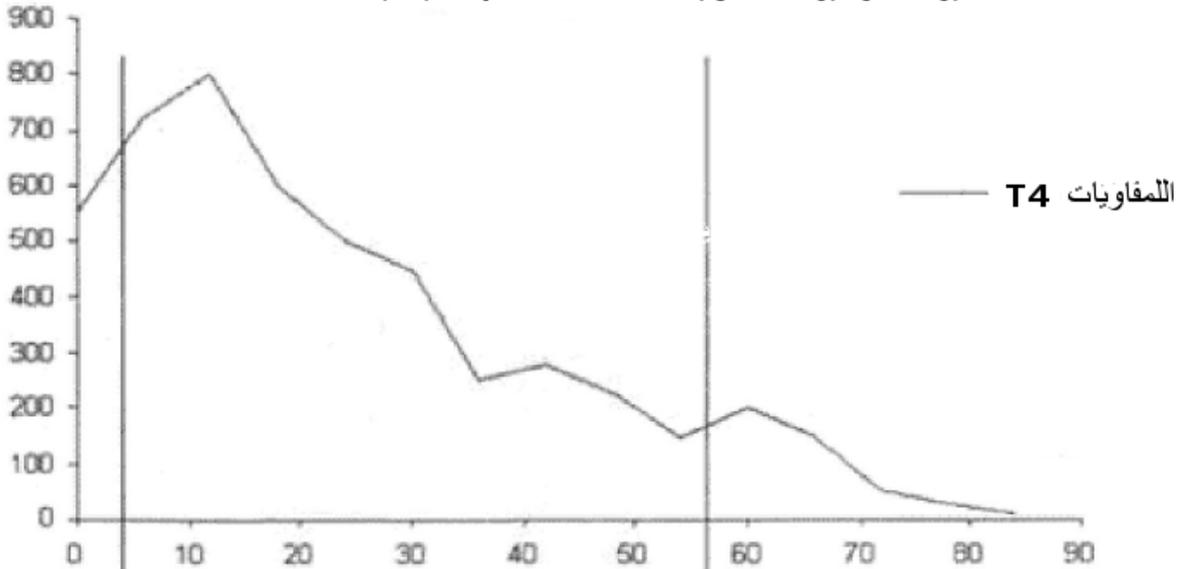
| العاتية الموسومة بـ $^{35}\text{S}$ |     | العاتية الموسومة بـ $^{32}\text{P}$ |     | العاتيات        |
|-------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-----------------|
| 84%                                 | 16% | 90%                                 | 10% |                 |
| 19%                                 | 81% | 82%                                 | 18% | المنولة الثانية |



الوثيقة 6 ▲

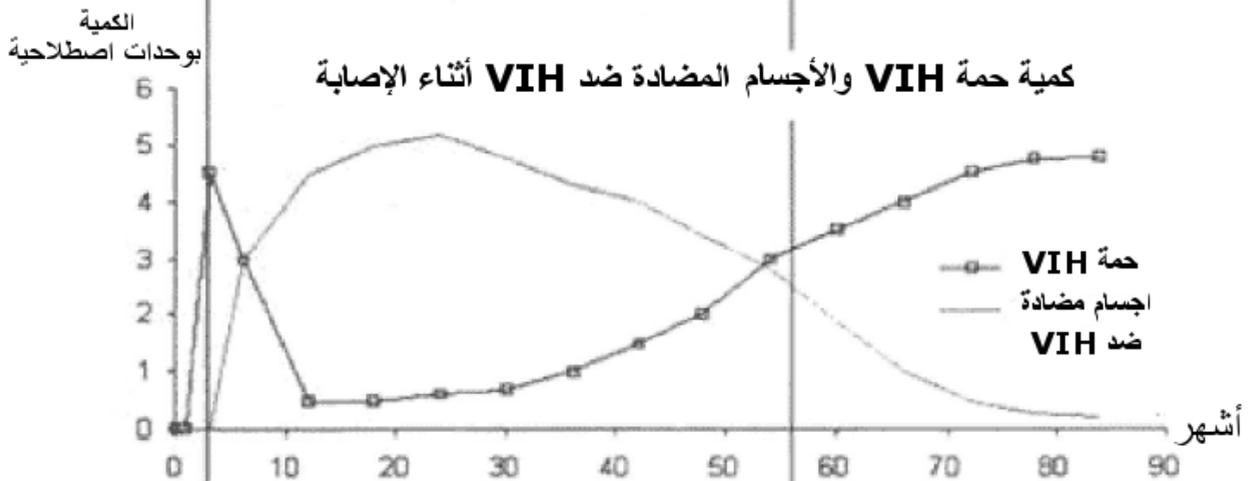
تركيز اللمفاويات T4  
في mm3

تغيرات تركيز اللمفاويات T4 أثناء الإصابة بحمة VIH



الكمية  
بوحدة اصطلاحية

كمية حمة VIH والأجسام المضادة ضد VIH أثناء الإصابة

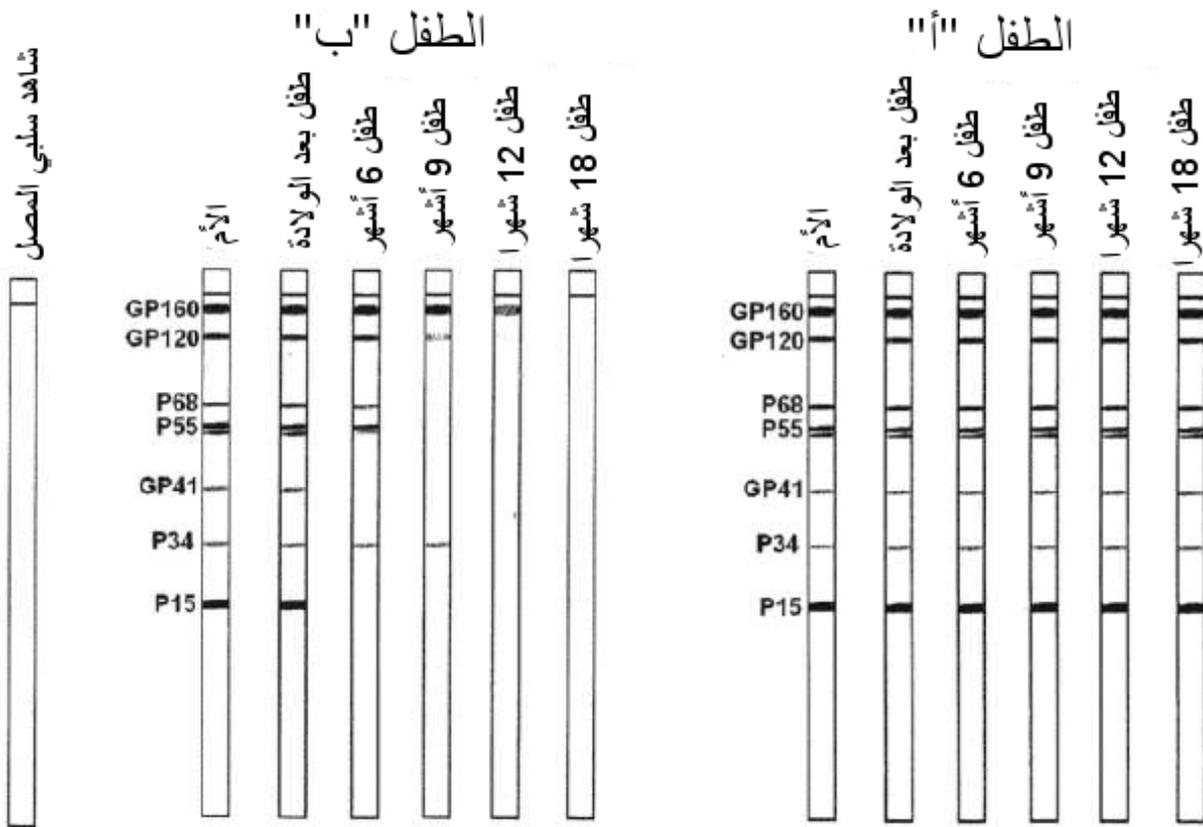


المرحلة الأولى

المرحلة الثانية  
(مدتها متغيرة)

المرحلة الثالثة

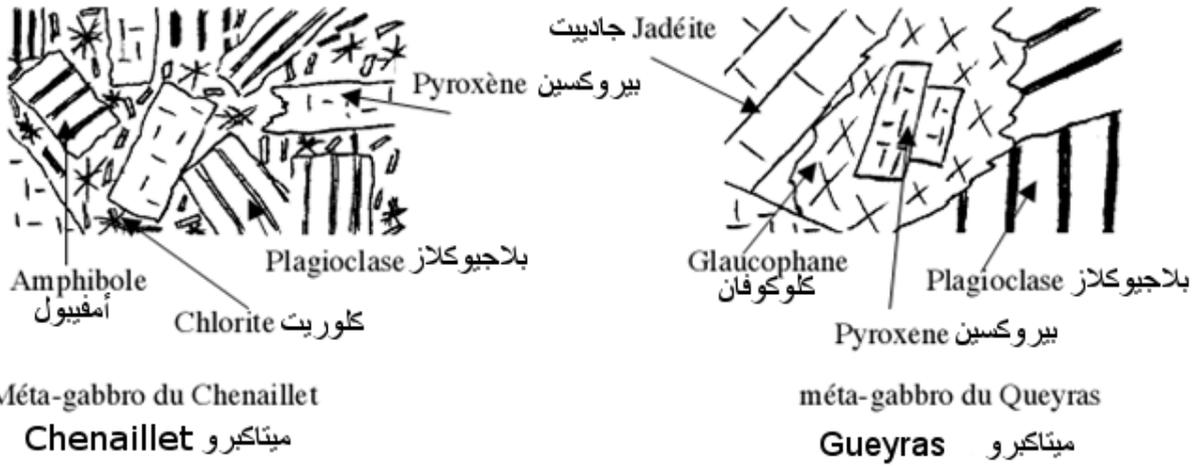
الوثيقة 7 ▲



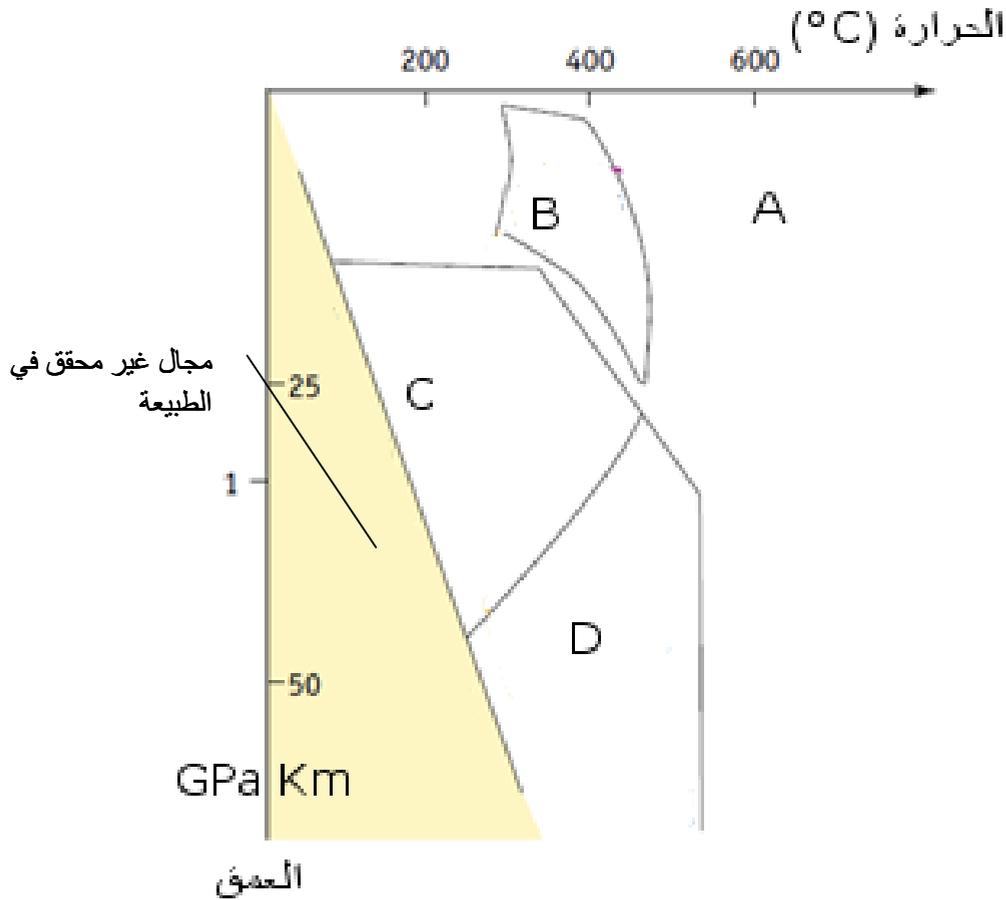
الوثيقة 8 ▲

| تمثيل جزيئي | تثبيت الكليكوبروتين GP120<br>ية T4   |
|-------------|--|
|             | <p>يكون</p> <p>VIH GP120</p> <p>V3 الشديد التغير من حمة</p>                    |
|             | <p>فترة وجيزة، يكون موقع تثبيت</p> <p>GP120</p>                                |
|             | <p>CD4 GP120</p> <p>CCR5 مما يؤدي إلى اندماج الحمة</p> <p>مع اللفاوية T4 .</p> |

الوثيقة 9 ▲



الوثيقة 10 ▲



الوثيقة 11 ◀

- A: الكرانوليت (Granulite)، مجال ثبات البيروكسين و البلاجيوكلاز؛  
 B: الشيست الأخضر (Schiste vert)، مجال ثبات الكلوريت و الأمفيبول و البلاجيوكلاز؛  
 C: الشيست الأزرق (Schiste bleu)، مجال ثبات الكلوكوفان و البلاجيوكلاز؛  
 D: الإكلوجيت (Eclogite)، مجال ثبات الكلوكوفان و الجدييت.

## المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

### المذكرة التنظيمية الإطار

رقم 160



الرباط في 3 - ذوالحجّة 1431  
2 أكتوبر 2010

مذكرة إطار رقم:

160

إلى السيدات والسادة

مديرتي ومديري الأكاديميات الجهوية للتربية والتكوين

نوابات ونواب الوزارة

مفتشات ومفتشي المواد الدراسية

مديرات ومديري الثانويات التأهيلية

أستاذات وأساتذة التعليم الثانوي التأهيلي

الموضوع: المباراة العامة للعلوم والتقنيات.

المرجع: - المشروع E2.P2

- اتفاقية الشراكة بين وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي، وأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات الموقعة بتاريخ 18 ماي 2010.

سلام تام بوجود مولانا الإمام المؤيد بالله؛

وبعد، سعياً إلى تحقيق هدف توسيع الشعب والمسالك العلمية والتكنولوجية لتضم على الأقل ثلثي مجموع تلميذات وتلاميذ التعليم الثانوي التأهيلي والتعليم العالي استناداً إلى الدعامة الأولى من الميثاق الوطني للتربية والتكوين؛

وفي إطار تفعيل البرنامج الإستعجالي الهادف إلى تسريع وتيرة الإصلاح وتحسين مردودية منظومتنا التربوية، وخاصة فيما يتعلق بأجراة المشروع المشار إليه في المرجع أعلاه القاضي بإرساء دينامية لحفز التلميذات والتلاميذ على التميز؛

وفي سياق دعم المبادرات التي تقوم بها أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات لدعم تدريس العلوم والتكنولوجيات بمنظومة التربية والتكوين من خلال الأنشطة التي تنظمها بشراكة مع بعض الأكاديميات الجهوية للتربية والتكوين؛

وعملاً على تفعيل مقتضيات اتفاقية الشراكة المشار إليها في المرجع أعلاه والتي تنص على إرساء آلية نوعية لحفز التلميذات والتلاميذ للإقبال على المسالك العلمية والتقنية والتفوق فيها؛



المركز الوطني للتحديد التربوي والتجريب

حسان - شارع مولاي إسماعيل

واعتباراً لضرورة إسهام مختلف الفاعلين في إنتاج النخبة القادرة على رفع تحدي الألفية الثالثة من خلال مواكبة التطور السريع الملازم لمجالات العلوم والتقنيات وتطوير البحث والإبداع في مختلف تخصصاتها الدقيقة؛

بشرفني إخباركم أنه تم إحداث المباراة العامة للعلوم والتقنيات ومباريات جهوية للعلوم والتقنيات بتعاون بين وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي وأكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات. وتفتح هذه المباراة في وجه تلميذات وتلاميذ سلك البكالوريا في الشعب والمسالك العلمية والتكنولوجية بمؤسسات التعليم المدرسي وتتوج بتوزيع جوائز قيمة على الفائزين.

## أولاً: المباراة العامة للعلوم والتقنيات

### 1- تعريف المباراة العامة للعلوم والتقنيات وأهدافها

يندرج تنظيم المباراة العامة للعلوم والتقنيات في إطار إجراء التدبير المتعلق بإرساء دينامية مستدامة لحفز التلميذات والتلاميذ على التميز وتشجيعهم على تحقيق إنجازات متميزة في مساراتهم الدراسية بسلك البكالوريا وبأسلاك التعليم العالي، وتهدف إلى الإسهام في:

- تشجيع التلميذات والتلاميذ على التفوق والإبداع من خلال صون دينامية الحفز على التميز؛
- دعم تدريس العلوم والتكنولوجيات في أسلاك التعليم المدرسي؛
- تنمية البعد التجريبي والعملي في تدريس العلوم والتكنولوجيات؛
- حفز المستفيدين من الجوائز على التوجه نحو مسالك ذات آفاق واسعة في مجال البحث العلمي والتقني على مستوى التعليم العالي.

تجرى المباراة العامة للعلوم والتقنيات في التخصصات التالية:

- الرياضيات؛
- الفيزياء والكيمياء؛
- علوم الحياة والأرض؛
- علوم المهندس.

وتهم تلميذات وتلاميذ السنة الثانية من سلك البكالوريا الذين يتابعون دراستهم في الشعب والمسالك التالية:

- العلوم الرياضية (أ و ب)؛
- العلوم التجريبية (اختيار علوم فيزيائية، واختيار علوم الحياة والأرض، واختيار علوم زراعية)؛
- العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية؛
- العلوم والتكنولوجيات الكهربائية.

تنظم المباراة العامة للعلوم والتقنيات وفق الترتيبات الواردة في هذه المذكرة، وتسفر نتائجها على

حصول الفائزين بالرتبتين الأولى والثانية في كل تخصص من التخصصات الأربعة على منحة دراسية قيمة تمكنهم من مواصلة دراستهم من أول سنة بعد البكالوريا إلى غاية حصولهم على شهادة الدكتوراه، تقدم من طرف أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات.

## 2- شروط الترشيح وصريفة الانتقاء

يشارك في هذه المباراة فئتان من المترشحين يتوزعون على لائحتين وفق المبدأ الآتي :

أ- لائحة أولى، وتضم 16 مترشحا(ة) يتم انتقاؤهم على الصعيد الوطني بناء على النتائج التي حصلوا عليها في الامتحان الوطني الموحد في المادة التي سيجتازون مباراتها العامة؛ وبناء عليه يشارك في هذه المباراة بالنسبة لهذه الفئة، التلميذات والتلاميذ الحاصلين على أعلى نقط في الامتحان الوطني الموحد للمادة الدراسية التي سيجتازون مباراتها العامة.

ب- لائحة ثانية، وتضم مترشحات ومترشحين على أساس مترشح(ة) واحد(ة) عن كل جهة من الجهات الست عشرة يتم انتقاؤهم بناء على نتائجهم في المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات.

وبناء عليه يشارك في هذه المباراة بالنسبة لهذه الفئة، التلميذ(ة) الحاصل(ة) على شهادة البكالوريا والذي حصل على أعلى نقطة في الامتحان الموحد الوطني من بين التلاميذ/التلميذات اللذين رتبوا في الصفوف الثلاثة الأولى على صعيد الجهة، في المباراة الجهوية للعلوم والتقنيات برسم الموسم الدراسي المنصرم.

وفي حالة ما إذا حصل أحد هؤلاء أو أكثر على نقطة تؤهله(هم) لاجتياز المباراة ضمن اللائحة الأولى، يدرج في اللائحة الثانية التلميذ الذي يليه(هم) بناء على الرتبة المحصلة في المباراة الجهوية والنقطة المحصلة في الامتحان الوطني الموحد.

## 3- المواضيع

تهدف مواضيع المباراة العامة للعلوم والتقنيات تقويم الكفايات النوعية والمستعرضة انطلاقاً من المنهاج الرسمي للمادة الدراسية المعنية بالإضافة إلى معايير التميز في المادة المتمثلة في مستويات متقدمة على سلم بناء الكفايات المنهجية والإستراتيجية والتكنولوجية، ومراعاة المستجدات في مجال العلوم والتقنيات.

وتسهر على عمليات إعداد مواضيع المباراة العامة للعلوم والتقنيات والتصحيح لجنة مركزية يتم تعيينها بمقرر للسيد وزير التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي.

#### 4- الجوانب التنظيمية

إلحاقاً بهذه المذكرة الإطار، تصدر الوزارة سنوياً مذكرة تنظيمية تحدد تاريخ إجراء هذه المباراة ومكان إجرائها وتاريخ إعلان النتائج وتنظيم حفل توزيع الجوائز ومختلف الجوانب التنظيمية المرتبطة بها.

ثانياً: المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات

#### 1- تعريف المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات وأهدافها

يندرج تنظيم المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات في إطار أجراء التدبير المتعلق بإرساء دينامية مستدامة لحفز التلميذات والتلاميذ على التميز وتشجيعهم على تحقيق التفوق الدراسي على مستوى سلك البكالوريا، وتهدف إلى الإسهام في:

- تشجيع التلميذات والتلاميذ على التفوق والإبداع من خلال صون دينامية الحفز على التميز؛
- دعم تدريس العلوم والتكنولوجيات في أسلاك التعليم المدرسي؛
- تنمية البعد التجريبي والعملي في تدريس العلوم والتكنولوجيات؛
- إتاحة الفرصة للتلميذات والتلاميذ بهذا المستوى الدراسي للاستئناس بخصوصيات مضامين مواضيع المباريات المتخصصة والتعريف بميزاتها مقارنة مع التقويم المدرسي من حيث درجة التركيب الذي تتسم به مواضيع المباراة العامة للعلوم والتقنيات.

تجرى المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات في التخصصات التالية:

- الرياضيات؛
- الفيزياء والكيمياء؛
- علوم الحياة والأرض؛
- علوم المهندس.

ويشارك فيها، وفق شروط، تلميذات وتلاميذ السنة الأولى من سلك البكالوريا الذين يتابعون دراستهم في الشعب والمسالك التالية:

- العلوم الرياضية؛
- العلوم التجريبية؛
- العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية؛
- العلوم والتكنولوجيات الكهربائية.

تنظم المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات وفق الترتيبات الواردة في هذه المذكرة، وتسفر نتائجها على حصول الفائزين(ات) بالترتيب الثلاثة الأولى في كل تخصص من التخصصات الأربعة على جوائز تقديرية.

كما يفتح باب المشاركة في المباراة العامة للعلوم والتقنيات التي تجرى في السنة الموالية، لأحد المترشحين(ات) الثلاثة الأوائل في المباراة الجهوية للعلوم والتقنيات شريطة أن يكون قد تابع(ت) دراسته(ها) بالسنة الثانية في إحدى الثانويات التأهيلية المتواجدة بنفس الجهة التي اجتاز(ت) فيها المباراة الجهوية وحصل(ت) على أعلى معدل في المادة المعنية في الامتحان الموحد الوطني من بين هؤلاء الثلاثة.

## 2- شروط الترشيح وحرقة الانتقاء

يشارك في هذه المباريات عن كل نيابة إقليمية التلميذات والتلاميذ المرتبين في الصفوف الاثني عشرة الأولى على إثر الإقصائيات المنجزة على الصعيد المحلي والإقليمي بالنسبة لكل تخصص من تخصصات المباراة العامة للعلوم والتقنيات.

## 3- المواضيع

تهدف مواضيع المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات تقويم الكفايات النوعية والمستعرضة انطلاقاً من المنهاج الرسمي للمادة الدراسية المعنية في السنة الأولى من سلك البكالوريا بالإضافة إلى معايير التميز في المادة المتمثلة في مستويات متقدمة على سلم بناء الكفايات المنهجية والإستراتيجية والتكنولوجية، ومراعاة المستجدات في مجال العلوم والتكنولوجيات.

وتسهر على عمليات إعداد مواضيع المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات والتصحيح لجن جهوية يكلف أعضائها من طرف السيدة(ة) مديرة(ة) الأكاديمية الجهوية المعنية بناء على اقتراح من السادة المفتشين المكلفين بالتنسيق الجهوي التخصصي للمواد الدراسية المعنية بالمباريات.

## 4- الجوانب التنظيمية

تصدر كل أكاديمية جهوية سنوياً إلحاقاً بهذه المذكرة الإطار ومع مراعاة مقتضيات المذكرة الوزارية السنوية، مذكرة تنظيمية تحدد تاريخ إجراء المباراة الجهوية للعلوم والتقنيات ومكان إجرائها وتاريخ إعلان النتائج وتنظيم حفل توزيع الجوائز ومختلف الجوانب التنظيمية الخاصة بها.

فالمرجو من السيدات والسادة مديرتي ومديري الأكاديميات الجهوية للتربية والتكوين، والنائبات والنواب الحرص على تفعيل مضامين هذه المذكرة ومواكبة مختلف العمليات المبرمجة لبلوغ الأهداف المتوخاة، والسلام.

كتابة الدولة المكلفة بالتعليم المدرسي  
الكااتب العام  
يوسف بلقاسمي

المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011

المذكرة التنظيمية الدورية

رقم 161



الرباط في 4 - ذوالقعدة 1431  
13 أكتوبر 2010

مذكرة رقم: 161

إلى السيدات والسادة  
مديرتي ومديري الأكاديميات الجهوية للتربية والتكوين  
نائبات ونواب الوزارة  
مفتشات ومفتشي المواد الدراسية  
مديرات ومديري الثانويات التأهيلية  
أستاذات وأساتذة التعليم الثانوي التأهيلي

الموضوع: المباراة العامة للعلوم والتقنيات 2011.

المرجع: - المشروع E2.P2

- المذكرة الإطار رقم 160 في موضوع المباراة العامة للعلوم والتقنيات  
الصادرة بتاريخ 2010/10/12.

- المذكرة رقم 110 في موضوع تشجيع التميز في صفوف التلاميذ وبالمؤسسات  
التعليمية، الصادرة بتاريخ 2010/06/08.

سـلام تمام بوجود مولانا الإمام المؤيد بالله؛

وبعد، فإلحاقاً بالمذكرة الإطار المشار إليها في المرجع أعلاه، يشرفني أن أوافيكم فيما يلي  
بإجراءات والتدابير التربوية والتنظيمية المؤطرة للمباراة العامة للعلوم والتقنيات برسم سنة 2011.

أولاً - **المباراة العامة**

تنظم في نهاية الموسم الدراسي 2010/2011 المباراة العامة الثانية للعلوم والتقنيات في تخصصات  
الرياضيات، والفيزياء والكيمياء، وعلوم الحياة والأرض، وعلوم المهندسين كما هو منصوص عليه  
في المذكرة الإطار، وذلك وفق الضوابط التالية:

تنظم المباراة العامة للعلوم والتقنيات على الصعيد المركزي ويشارك فيها المترشحون والمترشحات

المستوفون للشروط المحددة لاجتياز هذه المباراة في إحدى المواد وفق التوزيع التالي:

| المسلك أو الشعبة                | تخصص المباراة | الرياضيات | الفيزياء والكيمياء | علوم الحياة والأرض | علوم المهندسين |
|---------------------------------|---------------|-----------|--------------------|--------------------|----------------|
| علوم رياضية - أ.                |               | *✓        | *✓                 |                    |                |
| علوم رياضية - ب.                |               | *✓        | *✓                 |                    |                |
| علوم تجريبية - اختيار فيزياء    |               | ✓         |                    |                    |                |
| علوم تجريبية - اختيار ع. ح. أ.  |               |           |                    | ✓                  |                |
| علوم تجريبية - اختيار ع. زراعية |               |           |                    | ✓                  |                |
| علوم وتكنولوجيات ميكانيكية      |               |           |                    |                    | ✓              |
| علوم وتكنولوجيات كهربائية       |               |           |                    |                    | ✓              |

\* يعطى للتلاميذ المؤهل في التخصصين معاً، حق الترشح للمباراة في أحد التخصصين وفق رغبته.

وهكذا تتوزع أعداد المترشحين لاجتياز هذه المباراة حسب التخصصات كما هو مبين في الجداول التالية:

#### 1- المباراة العامة للعلوم والتقنيات تخصص رياضيات (1)

| 32 مترشحاً(ة) يتوزعون على النحو الآتي:   |
|--|
| 16 تلميذ(ة) من بين التلاميذ المسجلين بالسنة الثانية من سلك البكالوريا في مسلكي العلوم الرياضية "أ" أو "ب" والحاصلين على أعلى النقط في الامتحان الموحد الوطني لمادة الرياضيات.  |
| تلميذ(ة) عن كل جهة من الجهات الستة عشرة من بين التلميذات والتلاميذ الحاصلين على الرتب الثلاثة الأولى على لائحة النتائج النهائية للمباراة الجهوية 2010 تخصص رياضيات والحاصل(ة) من بينهم في دورة يونيو 2011 على أعلى نقطة في الامتحان الوطني الموحد لمادة الرياضيات. |

#### 2- المباراة العامة للعلوم والتقنيات تخصص علوم الحياة والأرض (1)

| 34 مترشحاً(ة) يتوزعون على النحو الآتي:  |
|---|
| 16 تلميذ(ة) من بين التلاميذ المسجلين بالسنة الثانية من سلك البكالوريا في مسلك العلوم التجريبية اختيار علوم الحياة والأرض وتلميذ(ين) (2) من بين التلاميذ المسجلين بالسنة الثانية من سلك البكالوريا في مسلك العلوم التجريبية اختيار العلوم الزراعية والحاصلين على أعلى المعدلات في الامتحان الوطني الموحد لمادة علوم الحياة والأرض. |
| تلميذ(ة) عن كل جهة من الجهات الستة عشرة من بين التلميذات والتلاميذ الحاصلين على الرتب الثلاثة الأولى على لائحة النتائج النهائية للمباراة الجهوية 2010 تخصص علوم الحياة والأرض والحاصل(ة) من بينهم في دورة يونيو 2011 على أعلى نقطة في الامتحان الوطني الموحد لمادة علوم الحياة والأرض.  |

3- المباراة العامة للعلوم والتقنيات تخصص الفيزياء والكيمياء (1)

|  |
|--|
| <b>48 مترشحاً(ة) يتوزعون على النحو الآتي:</b>  |
| 16 تلميذ(ة) من بين التلاميذ المسجلين بالسنة الثانية من سلك البكالوريا في مسلك العلوم الرياضية "أ" أو "ب" والحاصلين على أعلى نقط في الامتحان الوطني الموحد لمادة الفيزياء والكيمياء.  |
| 16 تلميذ(ة) من بين التلاميذ المسجلين بالسنة الثانية من سلك البكالوريا في مسلك العلوم التجريبية اختيار فيزياء، والحاصلين على أعلى النقط في الامتحان الوطني الموحد لمادة الفيزياء والكيمياء.   |
| تلميذ(ة) عن كل جهة من الجهات الستة عشرة من بين التلميذات والتلاميذ الحاصلين على الرتب الثلاثة الأولى على لائحة النتائج النهائية للمباراة الجهوية 2010 تخصص الفيزياء والكيمياء والحاصل(ة) من بينهم في دورة يونيو 2011 على أعلى نقطة في الامتحان الوطني الموحد لمادة الفيزياء والكيمياء. |

4- المباراة العامة للعلوم والتقنيات تخصص علوم المهندس (1)

|   |
|---|
| <b>64 مترشحاً(ة) يتوزعون على النحو الآتي:</b>   |
| 16 تلميذ(ة) من بين التلاميذ المسجلين بالسنة الثانية من سلك البكالوريا في مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية والحاصلين على أعلى النقط في الامتحان الوطني الموحد لمادة علوم المهندس.   |
| تلميذ(ة) عن كل جهة من الجهات الستة عشرة (2) من بين التلميذات والتلاميذ الحاصلين على الرتب الثلاثة الأولى على لائحة النتائج النهائية للمباراة الجهوية 2010 تخصص علوم المهندس (العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية) والحاصل(ة) من بينهم في دورة يونيو 2011 على أعلى نقطة في الامتحان الوطني الموحد لمادة علوم المهندس. |
| 16 تلميذ(ة) من بين التلاميذ المسجلين بالسنة الثانية من سلك البكالوريا في مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية والحاصلين على أعلى النقط في الامتحان الوطني الموحد لمادة علوم المهندس.  |
| تلميذ(ة) عن كل جهة من الجهات الستة عشرة (2) من بين التلميذات والتلاميذ الحاصلين على الرتب الثلاثة الأولى على لائحة النتائج النهائية للمباراة الجهوية 2010 تخصص علوم المهندس (العلوم والتكنولوجيات الكهربائية) والحاصل(ة) من بينهم في دورة يونيو 2011 على أعلى نقطة في الامتحان الوطني الموحد لمادة علوم المهندس.  |

(1) تتحدد مدة إنجاز الاختبار الكتابي بالنسبة لكل تخصص في أربع (4) ساعات.

(2) الجهات التي تتوفر على هذا المسلك.

تجرى المباراة العامة الثانية للعلوم والتقنيات يوم الجمعة 15 يوليوز 2011 ابتداء من الساعة الثامنة والنصف صباحاً بثانوية مولاي يوسف التأهيلية بالرباط. ويتم استقبال جميع المترشحين والمترشحات بثانوية مولاي يوسف التأهيلية بالرباط يوم الخميس 14 يوليوز 2011 ابتداء من الساعة الثالثة بعد الزوال، حيث يتم عقد لقاء لتقديم عرض تعريفي بالمباراة فيما يتعلق بجوانبها التنظيمية والتربوية والإجابة عن تساؤلات المترشحين والمترشحات، علماً أن تغذية المشاركات والمشاركين وإيوائهم سيتمان في داخلية ثانوية مولاي يوسف التأهيلية مركز المباراة.



المركز الوطني للتجديد التربوي والتدريس

## ثانياً- المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات

تنظم هذه المباريات على صعيد كل جهة من الجهات الستة عشرة ويشارك فيها المترشحات والمترشحون المستوفون للشروط المحددة لاجتيازها، في إحدى المواد وفق التوزيع التالي:

| علوم<br>المهندس | علوم الحياة<br>والأرض | الفيزياء<br>والكيمياء | الرياضيات | تخصص المباراة<br>المسلك أو الشعبة |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------------------------------|
|                 |                       | *✓                    | *✓        | علوم رياضية                       |
|                 | ✓                     | ✓                     |           | علوم تجريبية                      |
| ✓               |                       |                       |           | علوم وتكنولوجيات ميكانيكية        |
| ✓               |                       |                       |           | علوم وتكنولوجيات كهربائية         |

\* يعطى للتلميذ حق الترشح للمباراة في أحد التخصصين وفق رغبته بالنسبة للإقصائيات المحلية.

وبهدف الحرص على إقرار تكافؤ الفرص بين جميع تلميذات وتلاميذ السنة الأولى من سلك البكالوريا الذين يتابعون دراستهم في الشعب والمسالك المعنية بالمباراة العامة وخلق دينامية للتنافس بين التلميذات والتلاميذ على مدار السنة الدراسية، وعملاً على تيسير العمليات المرتبطة بالجوانب التربوية والتنظيمية، يشارك في المباريات الجهوية للعلوم والتقنيات التلميذات والتلاميذ الذين يحققون أحسن النتائج على مستوى الفروض الإقصائية التي سيتم تنظيمها وفق المبدأ التالي:

### 1- على الصعيد المحلي

تنظم على صعيد كل مؤسسة تعليمية في الفترة الممتدة بين 22 و 25 دجنبر 2011 المحطة الإقصائية الأولى التي يجتاز فيها التلاميذ والتلميذات المسجلون بالسنة الأولى من سلك البكالوريا في مختلف المسالك أو الشعب المعنية، فرضاً محروساً في كل تخصص من تخصصات المباراة وفق ما هو مبين على الجدول أعلاه، شريطة أن يبدي التلميذ(ة) رغبته (ها) في المشاركة.

ويسهر الفريق التربوي للمادة الدراسية بشكل جماعي على إعداد موضوع الفرض المحروس بحيث يغطي ما أمكن جل فصول المقرر الدراسي المنجزة، ويستهدف إبراز مدى قدرة التلاميذ على التعامل مع وضعيات تقييمية تستدعي توظيف كفايات التحليل والتركيب والاستنتاج. وتحدد مدة إنجاز الفرض المحروس الأول في 3 ساعات.

وتسفر نتائج هذا الفرض عن ترشيح التلاميذ/التلميذات الحاصلين على الرتب الأولى للمشاركة في المحطة الإقصائية الثانية التي تنظم على الصعيد الإقليمي، وفق الأعداد التالية:

| المسلك أو الشعبة                              | ع. تجريبية | ع. رياضية | ع.ت. ميكانيكية | ع.ت. كهربائية |
|---|------------|-----------|----------------|---------------|
| عدد التلاميذ في كل تخصص وعن كل ثانوية تأهيلية | 2          | 4         | 4              | 4             |

## 2- على الصعيد الإقليمي

تنظم على صعيد كل نيابة إقليمية في الفترة الممتدة بين 11 و 14 ماي 2011 المحطة الإقصائية الثانية التي يجتاز فيها التلاميذ والتلميذات المحتفظ بهم على إثر نتائج المحطة السابقة، فرضاً محروساً في كل تخصص من تخصصات المباراة وفق نفس الصيغة التنظيمية. ويسهر فريق من أطر المراقبة والتأطير التربوي للمادة الدراسية على صعيد النيابة الإقليمية على إعداد موضوع الفرض المحروس الذي يغطي فصول المقرر الدراسي السنوي ويستهدف إبراز التلاميذ الذين لهم القدرة على التعامل مع وضعيات تقييمية تتطلب قدرات متقدمة على سلم تملك الكفايات المنصوص عليها في منهاج المادة الدراسية. كما تسهر هذه اللجنة على عملية التصحيح. وتحدد مدة إنجاز الفرض المحروس الثاني في 3 ساعات ويبرمج في الفترة الصباحية. وتسفر نتائج هذا الفرض المحروس عن ترشيح التلاميذ/التلميذات المرتبين في الصفوف الاثني عشرة الأولى في كل تخصص وعن كل نيابة إقليمية للمشاركة في المباراة الجهوية للعلوم والتقنيات.

## 3- على الصعيد الجهوي

تنظم على صعيد كل أكاديمية جهوية للتربية والتكوين المباراة الجهوية للعلوم والتقنيات، ويجتازها التلاميذ والتلميذات المحتفظ بهم على إثر نتائج المحطة الإقليمية. وتبرمج هذه المباريات في الفترة الممتدة بين 11 و 13 يوليوز 2011 ابتداء من الساعة الثامنة والنصف صباحاً بمراكز تخصص لإجراء هذه المباريات يتم انتقاؤها من بين الثانويات التأهيلية ذات البنية الملائمة المتواجدة في تراب الإقليم الذي يحتضن مقر الأكاديمية الجهوية للتربية والتكوين أو في مراكز إقليمية عند الاقتضاء.

ويسهر فريق من أطر المراقبة والتأطير التربوي للمادة الدراسية تحت إشراف المنسق الجهوي التخصصي على إعداد موضوع المباراة الذي يغطي فصول المقرر الدراسي السنوي ويستهدف إبراز التلاميذ الذين لهم القدرة على التعامل مع وضعيات تقييمية تتطلب قدرات متقدمة على سلم تملك الكفايات المنصوص عليها في منهاج المادة الدراسية مع التركيز على البعد المنهجي في حل المشكلات المطروحة. كما تسهر هذه اللجنة على عملية التصحيح. وتحدد مدة إنجاز موضوع المباراة في 3 ساعات.

وتسفر نتائج هذه المباريات عن تحديد التلاميذ/التلميذات الثلاثة الأوائل في كل تخصص وعن كل أكاديمية جهوية والذين سيحصلون على جوائز على صعيد جهتهم وفق ما تنص عليه المذكرة 110 المشار إليها في المرجع أعلاه، كما سينتارون من أجل تمثيل الجهة التي ينتمون إليها في المباراة العامة الثالثة للعلوم والتقنيات برسم سنة 2012 والتي، للتذكير، تتوج بجوائز عبارة عن منح لمتابعة الدراسة بالتعليم العالي.

فالمرجو من السيدات والسادة مديرتي ومديري الأكاديميات الجهوية للتربية والتكوين، والنائبات والنواب الحرص على تفعيل مضامين هذه المذكرة ومواكبة مختلف العمليات المبرمجة لبلوغ الأهداف المتوخاة، والسلام.

كتابة الدولة المكلفة بالتعليم المدرسي

لكاتب العطاء  
يوسف بقاتسي

|  |                                   |  |
|--|-----------------------------------|--|
|  | من إعداد إدارة مشروع تشجيع التميز |  |
|--|-----------------------------------|--|

Royaume du Maroc



Ministère de l'Éducation Nationale

Académie Hassan II  
Des Sciences et Techniques

# CONCOURS GÉNÉRAL DES SCIENCES ET TECHNIQUES 2011

## Recueil des Sujets

**Juillet 2011**