

AVRIL 2011

CONCOURS INGÉNIEURS DES TRAVAUX STATISTIQUES

ITS Voie B Option Mathématiques

1^{ère} Composition de Mathématiques

(Durée de l'épreuve : 4 heures)

Exercice

On note $\mathbb{R}[X]$ la \mathbb{R} -algèbre des polynômes à coefficients réels. Quel que soit le polynôme P de $\mathbb{R}[X]$, on identifie le polynôme P et la fonction $x \mapsto P(x)$ de \mathbb{R} dans \mathbb{R} qui lui est naturellement associée.

Soit n un entier naturel non nul. On considère le polynôme $A(x) = (x + 1)^{2n} - 1$ de $\mathbb{R}[X]$.

1. Montrer que $A(x) = x \times B(x)$, pour tout $x \in \mathbb{R}$, où B est un polynôme de $\mathbb{R}[X]$ dont on précisera le degré, le coefficient dominant et le terme constant noté b_0 .
2. Déterminer les racines de A dans \mathbb{C} . On posera $z_0 = 0$ et les autres racines $z_1, z_2, \dots, z_{2n-1}$ seront mises sous forme trigonométrique.
3. On pose $P_n = \prod_{k=1}^{n-1} \sin\left(\frac{k\pi}{2n}\right)$.

(a) Montrer, à l'aide d'un changement d'indice, que $P_n = \prod_{\ell=n+1}^{2n-1} \sin\left(\frac{\ell\pi}{2n}\right)$.

En déduire que, si $Q_n = \prod_{\ell=1}^{2n-1} \sin\left(\frac{\ell\pi}{2n}\right)$, alors $P_n = \sqrt{Q_n}$.

(b) Calculer de deux façons : $\prod_{k=1}^{2n-1} z_k$. Puis, en déduire Q_n et enfin, P_n .

Problème

I. Continuité et dérivation sous le signe \int .

Soient $a < b$ deux nombres réels, I un intervalle ouvert de \mathbb{R} et

$$f : \begin{cases} I \times [a, b] & \rightarrow \mathbb{R} \\ (x, t) & \mapsto f(x, t) \end{cases}$$

une application continue. Soit $g : I \rightarrow \mathbb{R}$ la fonction définie par

$$g(x) = \int_a^b f(x, t) dt.$$

1. Montrer que g est continue.
2. On suppose que $\frac{\partial f}{\partial x}$ existe et continue sur $I \times [a, b]$. Soit $x_0 \in I$; posons pour $x \in I$:

$$\varphi(x, t) = f(x, t) - f(x_0, t) - (x - x_0) \frac{\partial f}{\partial x}(x_0, t).$$

- (a) Montrer que la fonction φ est dérivable par rapport à x sur I et pour tout $x_0 \in I$,

$$\forall \varepsilon > 0, \exists \eta > 0, \forall t \in [a, b], \forall x \in I ; |x - x_0| \leq \eta \implies \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x}(x, t) \right| \leq \varepsilon.$$

- (b) En utilisant le théorème des accroissements finis, montrer que

$$\forall \varepsilon > 0, \exists \eta > 0, \forall x \in I, |x - x_0| \leq \eta \implies \forall t \in [a, b], \left| \varphi(x, t) \right| \leq \varepsilon |x - x_0|$$

- (c) Montrer que l'application g est de classe \mathcal{C}^1 et pour tout $x \in I$,

$$g'(x) = \int_a^b \frac{\partial f}{\partial x}(x, t) dt.$$

3. Soit $k \in \mathbb{N}^*$. Montrer que si f admet k dérivées partielles par rapport à x , qui sont toutes continues sur $I \times [a, b]$, alors la fonction g est de classe \mathcal{C}^k sur I et

$$g^{(k)}(x) = \int_a^b \frac{\partial^k f}{\partial x^k}(x, t) dt.$$

II. On désigne par \mathcal{E} le \mathbb{R} -espace vectoriel des fonctions numériques continues et bornées f sur $]0, +\infty[$, et telles que pour tout réel strictement positif x , l'intégrale $\int_0^{+\infty} \frac{tf(t)}{x^2 + t^2} dt$ soit convergente.

On considère l'application S qui à tout élément f de \mathcal{E} , fait correspondre la fonction Sf définie sur $]0, +\infty[$ par

$$Sf(x) = \int_0^{+\infty} \frac{tf(t)}{x^2 + t^2} dt.$$

Soient f un élément quelconque de \mathcal{E} et $k \in \mathbb{N}^*$. Pour tout $n \in \mathbb{N}$, on désigne par u_n la fonction définie sur $]0, +\infty[$ par

$$u_n(x) = \int_n^{n+1} \frac{tf(t)}{x^2 + t^2} dt.$$

1. Montrer que la série de fonctions $\sum_{n \geq 0} u_n$ converge simplement sur $]0, +\infty[$ vers Sf .
2. Montrer que, pour tout $n \in \mathbb{N}$, la fonction u_n appartient à \mathcal{C}^∞ .
3. Déterminer $(\alpha, \beta) \in \mathbb{C}^2$ tels que,

$$\frac{t}{x^2 + t^2} = \frac{\alpha}{x - it} + \frac{\beta}{x + it}, \text{ pour tout couple } (x, t) \neq (0, 0).$$

Utiliser cette égalité pour calculer $\frac{\partial^k}{\partial x^k} \left(\frac{t}{x^2 + t^2} \right)$ et en déduire que, pour tout couple de réels $(x, t) \neq (0, 0)$ on a :

$$\left| \frac{\partial^k}{\partial x^k} \left(\frac{t}{x^2 + t^2} \right) \right| \leq \frac{k!}{(x^2 + t^2)^{\frac{k+1}{2}}}.$$

4. On note $u_n^{(k)}$ la dérivée k -ème de la fonction u_n . Soit $a \in]0, +\infty[$. Montrer qu'il existe une constante A_k telle que, pour tout $x \geq a$ et pour tout $n \in \mathbb{N}$, on ait :

$$\left| u_n^{(k)}(x) \right| \leq A_k \int_n^{n+1} \frac{dt}{(a^2 + t^2)^{\frac{k+1}{2}}}.$$

En déduire que la série de fonction $\sum_{n \geq 0} u_n^{(k)}$ converge normalement sur $]a, +\infty[$.

5. Montrer que la fonction Sf appartient à \mathcal{C}^∞ et que, pour tout entier $k \in \mathbb{N}^*$ on a :

$$(Sf)^{(k)}(x) = \int_0^\infty \frac{\partial^k}{\partial x^k} \left(\frac{t}{x^2 + t^2} \right) f(t) dt.$$

III. Soit g la fonction définie sur $]0, +\infty[$ par $g(t) = \sin(t)$.

1. Montrer que pour tout nombre positif T , on a

$$\int_0^T \frac{t \sin(t)}{x^2 + t^2} dt = -\frac{T \cos(T)}{x^2 + T^2} + \int_0^T \frac{x^2 - t^2}{(x^2 + t^2)^2} \cos(t) dt. \quad (1)$$

En déduire que g appartient à \mathcal{E} .

2. Le but de cette partie est de déterminer une équation différentielle dont Sg est solution.

- (a) Prouver que pour tout couple de réels $(x, t) \neq (0, 0)$ on a :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{t}{x^2 + t^2} \right) + \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{t}{x^2 + t^2} \right) = 0.$$

- (b) En déduire que sur $]0, +\infty[$, la fonction Sg est solution de l'équation différentielle

$$y'' - y = 0. \quad (E)$$

Indication : on pourra utiliser II, 5 et faire deux intégrations par parties successives.

- (c) Déterminer l'ensemble des solutions de l'équation différentielle (E) sur $]0, +\infty[$.

3. Détermination explicite de Sg .

- (a) Prouver que pour tout $x > 0$, on a

$$\left| \int_0^{+\infty} \frac{t}{x^2 + t^2} \sin(t) dt \right| \leq \frac{\pi}{2x}.$$

Indication : on pourra utiliser l'égalité (1).

En déduire la limite de $(Sg)(x)$ lorsque x tend vers $+\infty$.

- (b) Montrer que l'intégrale $\int_0^{+\infty} \frac{\sin(t)}{t} dt$ est convergente et que, pour tout $x > 0$,

$$\int_0^{+\infty} \frac{t \sin(t)}{x^2 + t^2} dt - \int_0^{+\infty} \frac{\sin(t)}{t} dt = - \int_0^{+\infty} \frac{\sin(x\lambda)}{\lambda(\lambda^2 + 1)} d\lambda.$$

Déduire de cette égalité que l'intégrale $\int_0^{+\infty} \frac{t \sin(t)}{x^2 + t^2} dt$ a une limite finie lorsque x tend vers 0 par valeurs supérieures.

- (c) On admet sans démonstration que

$$\int_0^{+\infty} \frac{\sin(t)}{t} dt = \frac{\pi}{2}.$$

Expliciter la fonction Sg .

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DE STATISTIQUE ET D'ÉCONOMIE APPLIQUÉE
ENSEA – ABIDJAN

AVRIL 2011

CONCOURS INGÉNIEURS DES TRAVAUX STATISTIQUES

ITS Voie B Option Mathématiques

ORDRE GÉNÉRAL

(Durée de l'épreuve : 3 heures)

Les candidats traiteront au choix l'un des trois sujets suivants.

Sujet n° 1

"Le sport est éducation, la plus concrète, la plus véritable : celle du caractère."
Que pensez-vous de cette déclaration de René Maheu, ancien Directeur Général de l'UNESCO ?

Sujet n° 2

Les droits de l'homme vous paraissent-ils représenter une exigence valable en tout lieu et pour tout homme, comme l'affirme la *Déclaration*, dite justement *Déclaration Universelle*, des Nations-Unies ?

Sujet n° 3

L'Histoire est le produit le plus dangereux que la chimie de l'intellect ait élaboré. Elle fait rêver, elle enivre les peuples, leur engendre de faux souvenirs, exagère leurs réflexes, entretient leurs vieilles plaies, les tourmente dans leur repos, les conduit au délire des grandeurs ou à celui de la persécution." En vous appuyant sur des exemples précis, vous commenterez et éventuellement discuterez ces lignes de Paul Valéry, dans *Regards sur le monde actuel* (1931).

AVRIL 2011

CONCOURS INGÉNIEURS DES TRAVAUX STATISTIQUES

ITS Voie B Option Mathématiques

2^{ème} COMPOSITION DE MATHÉMATIQUES

(Durée de l'épreuve : 3 heures)

Calculatrice non programmable autorisée.

Les exercices sont indépendants.

Exercice n° 1

Soit E le sous espace vectoriel de R^3 déterminé par :

$$E = \{(x, y, z) / x + y + z = 0\}$$

1. Déterminer une base de E . On notera X la matrice dont les colonnes sont constituées d'une base de E .
2. Calculer la matrice $M = I - XX'$, où I désigne la matrice unité et X' la matrice transposée de X .
3. Déterminer les valeurs propres de M .
4. Déterminer les sous espaces vectoriels propres de M . Que peut-on constater ?

Exercice n° 2

Etudier la suite (u_n) définie par : $u_{n+1} = \frac{1}{2}u_n - 4$ et $u_0 = 1$.

Exercice n° 3

Pour t nombre réel strictement positif, on définit la fonction f_t de la variable réelle x dépendant du paramètre t de la façon suivante :

$$f_t(x) = \frac{1+t}{t+x^2}$$

1. Déterminer, quand ils existent, les réels $M(x)$ et $m(x)$ définis par :

$$M(x) = \underset{t>0}{\text{Max}} f_t(x)$$

$$m(x) = \underset{t>0}{\text{Min}} f_t(x)$$

2. Représenter les graphes des fonctions M et m .

3. Etudier les variations de f_t ($t>0$) en fonction de la variable x et tracer son graphe (on regardera la convexité).

Exercice n° 4

1. Pour tout entier n strictement positif, la suite (α_n) est définie par la récurrence d'ordre 2 :

$$\alpha_{n+2} = \frac{1}{2}(\alpha_{n+1} + \alpha_n), \quad \alpha_1 = 1, \text{ et } \alpha_2 = \frac{1}{2}$$

Exprimer α_n en fonction de n et calculer sa limite.

2. Pour tout entier n , on définit la suite réelle (x_n) , récurrente d'ordre 2, de la façon suivante :

$$x_{n+2} = \sqrt{x_{n+1} \times x_n}$$

On donne $x_0 = 1$ et $x_1 = 2$.

Donner l'expression du terme général x_n de la suite.

3. Déterminer la limite de x_n quand $n \rightarrow +\infty$.

Exercice n° 5

On considère n couples fixés (x_i, y_i) de valeurs réelles strictement positives et λ un paramètre réel non nul également fixé.

On cherche à déterminer une fonction f qui minimise l'expression suivante :

$$L(f, \lambda) = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 + \lambda \int_0^1 f''(x) dx$$

dans chacun des cas ci dessous :

1. $f(x) = ax$
2. $f(x) = ax^2$
3. $f(x) = ax^2 + bx$

où a et b sont des nombres réels.

Exercice n° 6

Dans une population donnée, la proportion d'individus atteint d'une certaine maladie est égale à x . On dispose d'un test de dépistage de cette maladie et on souhaite étudier sa fiabilité. On dispose des expériences suivantes :

- Le test de dépistage effectué sur 100 personnes considérées comme malades s'est avéré positif dans 98% des cas.
- Le test de dépistage effectué sur 100 personnes considérées comme saines s'est avéré positif pour une seule personne.

On choisit au hasard une personne de la population et on la soumet au test.

On note $M=$ « la personne est malade » et $T=$ « la personne a un test est positif ».

Enfin, on note $p(x)$ la probabilité qu'une personne ayant un test positif soit malade.

1. Exprimer $p(x)$ en fonction de x .
2. Tracer le graphe de la fonction p sur l'intervalle $[0, 1]$.
3. On considère que le test est fiable quand la probabilité qu'un individu ayant un test positif soit malade est supérieure à 95%.

Le test est-il fiable si la proportion x d'individus malades est de 5% ?

A partir de quelle proportion x , le test est-il fiable ?

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DE STATISTIQUE ET D'ÉCONOMIE APPLIQUÉE
ENSEA – ABIDJAN

AVRIL 2011

CONCOURS INGÉNIEURS DES TRAVAUX STATISTIQUES

ITS Voie B Option Mathématiques

CONTRACTION DE TEXTE

(Durée de l'épreuve : 3 heures)

Ce texte est tiré de l'intervention de Monsieur EMILE-ETIENNE BAULIEU, Président de l'Académie des sciences, le 21 octobre 2003.

Il doit être résumé en 250 mots, plus ou moins 10%.

Il sera tenu compte de l'orthographe, de la ponctuation, et de la présentation de votre écrit.

CHANGEMENT DE LA SCIENCE, PROGRES POUR L'HOMME ?

Changements de la science, progrès pour l'homme, point d'interrogation ?

Faut-il qu'il y ait un grave problème, pour que le titre de mon intervention doive inclure un point d'interrogation, une ponctuation que je qualifierais de politiquement correcte, de bien pensante ! Eh bien c'est un souci pour moi que cette interrogation !

L'homme domine le monde vivant, grâce à la science. Celle-ci progresse sans nul doute, mais soudain une question surgit : ses changements contemporains seraient-ils devenus contreproductifs ?

Comment cette science, qui ne cesse de mieux connaître la matière et la fait fonctionner à l'échelle nanométrique (le milliardième de mètre), met depuis quelques années les hommes de toute la terre en communication instantanée, sans fil et sans frontière, décrit le squelette génétique à la base de la vie des individus normaux et malades, permet de contrôler notre reproduction et de visualiser notre fonctionnement cérébral, comment cette science en progrès comme jamais, si spécifique de notre espèce, peut-elle être mise en examen au tribunal du progrès humain ?

Faut-il que l'humanité soit devenue hypocondriaque pour douter à ce point de sa santé collective ! Le sentiment de progrès est un sentiment de confiance ; aujourd'hui le doute a remplacé la confiance.

Pour nous scientifiques, l'activité de la science vise à *comprendre* : comprendre le monde, comprendre le fonctionnement de notre planète, comprendre le destin de l'homme et participer à son questionnement métaphysique. Nous, scientifiques, savons combien notre condition humaine, équilibre entre le corporel, le cérébral, le spirituel est à la fois vulnérable et aléatoire. Nous savons que nous ne savons pas prédire l'avenir de notre espèce, nous savons, et peut-être est-ce la grandeur de notre condition humaine, que nous sommes menacés.

La première perception du progrès tient aux différents usages de la technique : des améliorations concrètes, proches de nous, immédiatement utiles, acceptables et intégrables. Le génie de l'homme, son inventivité, son insatiable curiosité, son infatigable manie d'essayer, l'ont conduit à voler le feu, à capturer le vent, à semer des graines, à inventer la roue... à « faire » avant de comprendre, à agir avant d'analyser, et bien souvent la technique a interrogé et stimulé la recherche fondamentale par ses observations.

Dans l'histoire de l'humanité, la technique a souvent précédé la science. Mais, naturellement aussi, la technique accompagne la science et fréquemment lui succède en concrétisant ses concepts et en appliquant ses découvertes.

C'est pourquoi je me réjouis que notre Académie ait voulu aider à la reconnaissance, à côté de l'abstraction scientifique, des avancées vertigineuses des techniques, en favorisant la création d'une Académie des technologies.

L'harmonieuse intégration et l'efficace articulation des inventions de la science et de ses applications ont ainsi engendré deux percées refondatrices de la condition humaine : d'une part l'extraordinaire développement des moyens de communication, qui ont aboli les distances tant entre les hommes qu'entre les cultures, et, d'autre part, l'implacable accroissement jusque-là silencieux de la longévité humaine.

Le doute qui saisit l'époque me paraît lié au double sentiment de pouvoir et d'impuissance qu'a l'homme vis-à-vis de la nature et de lui-même. Le sentiment de pouvoir est sans doute né des interrogations et des craintes sur l'usage de l'énergie nucléaire : l'homme maintenant craint son propre pouvoir.

Il a désormais plus peur de lui-même que de la nature ! Or, depuis l'origine, les phénomènes naturels ont menacé de très près les hommes. L'homme a réussi à résister, se protéger, et même à utiliser bien des forces de la nature : le feu, l'électricité, l'atome... La science a libéré l'homme de ses peurs, de ses superstitions d'une nature enchantée, animée d'intentions plus ou moins bonnes à son égard : la science donne à voir la nature comme indifférente. C'est en quelque sorte un libre arbitre conquis par rapport à la nature. Mais désormais l'homme s'interroge : saura-t-il la protéger de lui-même et de ses excès ? C'est aussi un libre arbitre entamé ou perdu par rapport à lui-même : l'homme est-il déterminé par ses gènes, n'est-il qu'une somme de structures et de réactions chimiques, sans pouvoir sur sa personnalité et ses choix de vie ?

Aujourd'hui, les hommes seraient-ils en train de se venger de la nature et de la menacer à leur tour ? Certains redoutent que l'activité des hommes n'altère notre environnement, notre climat, nos océans, notre atmosphère, ne les fragilise, ne les prive de leurs possibilités de régénération. Au point qu'ils s'interrogent pour savoir si notre développement est durable, ou s'il faut en changer.

La question du rapport de la science avec la nature est au cœur du doute actuel concernant les progrès de la science et se pose en des termes nouveaux à propos du monde vivant, animal et végétal.

À partir de l'exemple des organismes génétiquement modifiés, les O.G.M., je voudrais illustrer la passion et la difficulté des rapports de la Science avec le sentiment de progrès.

Voici que vient de commencer la grande aventure de la maîtrise des éléments fondamentaux du vivant, avec la découverte de l'arrangement de l'A.D.N. des gènes.

Des molécules assez simples chimiquement, mais numériquement sélectionnées pour faire exister la diversité des formes de la vie, permettent la synthèse d'autres composés (protéines en particulier), qui assureront la régulation de la matière vivante en réaction avec un environnement infiniment varié et variable.

« Maîtriser le vivant » veut dire que l'on sait de mieux en mieux isoler, découper, recombinaison, transférer cet A.D.N. des gènes. Dans le cas des O.G.M., les caractéristiques du monde végétal peuvent être directement soumises à notre volonté : créer des plantes qui ont un meilleur rendement, qui résistent mieux au froid ou au chaud, à l'eau ou à la sécheresse, à certains pesticides, qui peuvent empoisonner spécifiquement les prédateurs animaux, créer des plantes qui se conservent mieux...

Cette méthode permet même de créer des plantes qui produisent des substances chimiques difficiles et chères à synthétiser par d'autres moyens, par exemple certains médicaments... Ainsi l'hémoglobine, dont le manque n'est aujourd'hui compensé que par la transfusion, pourrait être produite en quantité par des plants de tabac génétiquement modifié ! Tout devient possible par construction, de façon utile et efficace.

Or le sigle O.G.M., est mondialement stigmatisé, plus encore que les produits eux-mêmes. N'est-ce pas un affreux symbole, cet été au Larzac que d'avoir mis en avant des centaines de volontaires prêts à les faucher.

Cette inquiétude a pour première réponse la prudente modestie de l'attitude autocritique qui gouverne l'activité scientifique. L'essence de l'activité est de comprendre le monde, mais sa méthodologie n'est que modestie, à partir du doute, de l'hésitation, de la vérification ; c'est à tort que l'on suspecte la science d'arrogance, car son propos est de conquérir le savoir. Y a-t-il tentation du pouvoir ?

Les hommes de science d'aujourd'hui ne sont pas, comme on le croit quelquefois, les adeptes du « tout-scientifique », pas plus que d'un quelconque « tout-économique ». Ils savent que les croyances, les valeurs morales, politiques, culturelles et affectives d'une époque, déterminent le bon ou le mauvais usage des découvertes.

Après la peur, l'ignorance. L'exemple d'un nouveau maïs, le « maïs-t » illustre bien un malentendu qui repose d'abord sur une mauvaise compréhension du mécanisme en cause et des objectifs poursuivis. Le « maïs-t », le « t » représentant l'élément génétique d'une bactérie (*Bacillus thuringiensis*) qu'on ajoute à l'ADN du maïs (c'est l'objet de la modification O.G.M.) et qui permet la synthèse d'une protéine tueuse de la chenille pyrale, ennemie du maïs. Le maïs ainsi pourvu, la récolte sera épargnée par la chenille. La méthode plus traditionnelle est l'utilisation complexe et polluante d'insecticides qui, certes, sauveront la récolte, mais qui causeront d'autres effets négatifs sur l'environnement.../...

Le charbon contre l'électricité, l'électricité contre le nucléaire... L'exemple de l'énergie montre combien les techniques se renouvellent avec une efficacité croissante, d'où la nécessité d'encadrer, de normaliser leurs usages.

La « révolution verte » qui, à la fin du siècle dernier, utilisa les méthodes conventionnelles, pour le riz et le blé, a sauvé les grands pays d'Asie de la famine.

Mais l'évolution démographique de notre planète, qui a vu sa population passer de trois à six milliards d'habitants au cours des soixante-dix dernières années, promet à nouveau trois milliards d'individus de plus d'ici 2100, 50 % d'augmentation ! Le choix collectif de nombreux pays du Tiers Monde a consisté à ne pas encadrer le contrôle des naissances. Comment sauver aujourd'hui ces nouveaux êtres de la famine sans une nouvelle révolution agraire ?

La révolution des O.G.M. est un progrès indispensable, il faut l'admettre.

Ceci ne veut pas dire que notre confiance doive être aveugle. La science se doit par exemple de prévoir l'apparition et la multiplication d'insectes résistant au gène si efficace contre la chenille : pour se débarrasser de ces mutants, il faudra encore plus de science – continuer la recherche pour détecter et circonvenir cette évolution.

Après la peur et l'ignorance, voici enfin l'*idéologie* : ceux qui s'opposent violemment aux plus précautionneuses recherches sur les O.G.M., et le font avant même de connaître le résultat des expériences, se dressent contre les principes (et les lois) démocratiques de notre République, et recrutent leurs adeptes en fabriquant des amalgames : économiques (les multinationales), politiques (le grand capital), et médiatiques (Astérix redoutant que le ciel ne tombe sur la tête des habitants du village gaulois). Faut-il que nous ayons scientifiquement tort parce certains ont – provisoirement j'espère – médiatiquement raison ?

Ainsi le nécessaire débat entre la science et la société se trouve faussé et obscurci. Il est pourtant urgent de montrer, de donner à voir ce que sont ces découvertes, et de débattre de leur utilisation. Il importe de ne pas faire du principe de précaution un principe de suspicion et une pratique d'inaction, mais de rechercher, vérifier, contrôler, sans négliger aucune critique, et d'être toujours prêt à des solutions différentes. C'est le devoir d'humanité et la responsabilité politique des scientifiques dans la Cité.

Ce devoir et cette responsabilité sont plus manifestes encore quand le vivant est l'espèce humaine et que le matériau implique des cellules-souches de type embryonnaire. Le débat entre la science et la société atteint son paroxysme avec ce qui est communément appelé le « clonage thérapeutique ».

De quoi s'agit-il ? Depuis peu, les découvertes permettent de canaliser la différenciation de certaines cellules humaines (souvent appelées cellules-souches) pour obtenir celles capables de réparer un défaut d'origine héréditaire, ou une lésion causée par un traumatisme ou une maladie. Cette méthode s'applique en particulier au traitement des troubles qui ont leur origine dans le cerveau comme certaines maladies neuro-dégénératives.

La controverse est double : d'une part, certains s'élèvent contre ce qu'ils nomment une « chosification » des cellules humaines, redoutant leur « instrumentalisation ». Ils oublient, qu'en leur temps, les premières transfusions sanguines ou les premières greffes d'organes avaient été jugées scandaleuses et même dangereuses. Qui se souvient que les premières greffes cardiaques furent attaquées au motif qu'elles étaient considérées déshumanisantes ? Je voudrais également rappeler la transgression qu'ont commise, à une époque où la religion définissait l'éthique, nos prédécesseurs lorsqu'ils s'autorisèrent à pratiquer des autopsies. Avaient-ils pour autant altéré notre respect des autres, notre amour du prochain, corps et âmes réunis ?

La controverse a, d'autre part, des arguments invoqués au nom du débat sur le début de la vie. Certains excluent en effet toute recherche sur l'embryon puisque celui-ci est potentiellement une personne. C'est tout à fait une position cohérente, de la part de ceux qui refusent toute intervention dans le processus de reproduction, adoptant ainsi, par principe, une position proche de celle de l'Église catholique romaine, pour laquelle la vie humaine commence dès la fécondation.

Mais, s'agissant de cellules humaines, la crainte de Faust ou du Golem resurgit. On fantasme facilement sur des dérives imaginaires. On a raison de tout anticiper et de prévoir un arsenal de limites et d'encadrement, mais il ne faut pas pour autant céder à l'aveuglement : il faut regarder la réalité et la connaissance en face.

Le changement et la transgression sont consubstantiels à la science : chercher du nouveau est une activité permanente de tous les hommes, « une version plus hardie du métier de vivre », comme l'a rappelé Pierre-Gilles de Gennes ici même l'an dernier, en citant Primo Levi, le chimiste mais aussi l'humaniste dont la déportation a marqué le destin.

Progrès tout cela ? Oui, si on l'inscrit dans une perspective de plus grande fraternité, de meilleure compréhension de notre monde et des hommes. Faisons en sorte que les progrès scientifiques ne soient pas qu'un moyen de plus pour renouveler des activités marchandes.

Comment ces changements et ces progrès influencent-ils notre bonheur personnel, amoureux, familial ? Je crois qu'avec le feu, l'électricité, les antibiotiques, nous sommes plus heureux que les hommes qui dessinèrent Lascaux : nous avons plus de temps à vivre, pour être libre et pour aimer. Mais leur art nous parle et nous touche : le *continuum* entre nous tient sans doute à l'affectivité, à l'imaginaire, aux désirs, qui ne se résument pas à des conditions de vie, à des acquis.

Nos progrès nous déterminent : ils ne nous définissent pas.

On pourrait aujourd'hui avoir la tentation de s'en tenir aux acquis d'une humanité qui dispose déjà de tant de moyens pour mieux vivre, et choisir de mieux les partager. Je comprends ce sentiment, cette intuition qu'il faudrait marquer une pause.

Mais il ne faut pas compter sur un palier de l'évolution scientifique, sur un moratoire du changement : c'est une hypothèse totalement irréaliste – et bien des conservateurs tranquilles vont le regretter. L'homme invente, veut savoir toujours plus, que cela touche le climat sur notre terre et son évolution, les planètes alentour, ou les possibilités de vie prolongée en bonne santé et pleine lucidité.

C'est irrépressible. Aux hommes et aux femmes, à leurs représentants, à leurs civilisations, d'en faire des bonheurs, d'accompagner ces percées, et d'inventer les règles de vie qui en feront des progrès pour le genre humain.