



MINISTERE
DE L'EDUCATION,
DE LA MODERNISATION
DE L'ADMINISTRATION,
en charge du numérique

DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES HUMAINES

POLYNESIE FRANÇAISE

CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES INGENIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATEGORIE A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA POLYNESIE FRANÇAISE

PREMIERE EPREUVE D'ADMISSIBILITE :

Mathématiques appliquées

SUJET PRINCIPAL

Mardi 11 avril 2023

(Durée : 3 heures – coefficient 3)

Le sujet comporte 15 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

CONSIGNES

- Cette partie de l'épreuve comporte **50 QUESTIONS** à choix multiples (QCM).
- La durée de l'épreuve est de **3 HEURES**
- Tout dispositif électronique est **INTERDIT** (en particulier la calculatrice).
- Chaque question de l'énoncé comporte **1 ou 2 REPONSES EXACTES** parmi 4 propositions.
- Les réponses doivent être renseignées sur la feuille « **GRILLE DE REPONSES** » en cochant la ou les case(s) correspondant à votre réponse pour la question considérée.
- Le **BAREME DU QCM** est le suivant :
 - Aucune erreur = 1 point
 - Une erreur (réponse erronée cochée ou une réponse exacte non cochée) = 0,5 points.
 - Plus d'une erreur = 0 point
 - Aucune réponse cochée = 0 point
 - En cas de doute sur la réponse du candidat à une question, la question sera notée 0 point
- La grille de réponse doit être remplie soigneusement conformément aux consignes données et ne doit comporter **AUCUN ELEMENT D'IDENTIFICATION**.

I - Nombres complexes

Exercice 1

On considère le nombre complexe $z = \sqrt{6} + 2i\sqrt{2}$

QCM1 On recherche l'ensemble des entiers naturels n tel que z^n est un nombre réel

- A. $n \in \mathbb{N}$
- B. $n \equiv 0(2)$
- C. $n \equiv 0(6)$
- D. $n \equiv 0(12)$

Exercice 2

On se place dans le repère orthonormé $(O; \vec{i}; \vec{j})$. Soit z un nombre complexe.

QCM2 Les solutions de l'équation $z^4 = 6$ sont :

- A. Les sommets d'un triangle équilatéral
- B. Les sommets d'un carré
- C. Les sommets d'un pentagone régulier
- D. Les sommets d'un hexagone régulier

Exercice 3

On considère les 2 nombres complexes suivants : $z_1 = \sqrt{2} \times e^{\frac{-i\pi}{6}}$ et $z_2 = -1 + i$.

QCM3 Le quotient $\frac{z_1}{z_2}$ est égal à :

- A. $e^{\frac{i7\pi}{12}}$
- B. $e^{\frac{i11\pi}{12}}$
- C. $e^{\frac{i13\pi}{12}}$
- D. $e^{\frac{i13\pi}{12}}$

QCM4 On en déduit :

- A. $\cos\left(\frac{13\pi}{12}\right) = \frac{1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3} - 1)$
- B. $\cos\left(\frac{13\pi}{12}\right) = \frac{-1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3} + 1)$
- C. $\sin\left(\frac{11\pi}{12}\right) = \frac{1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3} + 1)$
- D. $\sin\left(\frac{7\pi}{12}\right) = \frac{1}{2\sqrt{2}}(\sqrt{3} - 1)$

Exercice 4

On se place dans un plan complexe muni d'un repère orthonormé et on considère l'ensemble E des points M d'affixe $z \in \mathbb{C}$ tels que $|z - 1 + 2i| = 1$

QCM5 Cocher la ou les réponse(s) correcte(s)

- A. E forme les sommets d'un polygone
- B. E forme une demi-droite
- C. E forme un cercle
- D. E est une médiatrice de 2 points du plan complexe

QCM6 Dans le plan réel, l'équation cartésienne des points M tels que $|z - 1 + 2i| = 1$ est :

- A. $2x - 4y + 4 = 0$
- B. $x^2 + y^2 = 1$
- C. $x^2 + y^2 - 2x + 4y + 4 = 0$
- D. $x^2 + 2y^2 - 2x + 8y + 2 = 0$

II- Trigonométrie

Exercice 5

Dans un repère orthonormal direct $(O; \vec{u}, \vec{v})$, on considère le point M d'affixe $z = \sqrt{3}e^{i\phi}$ avec $\phi \in [0; \frac{\pi}{2}]$ et le point M' d'affixe $\bar{z}$.

QCM7 L'aire $A(\phi)$ du triangle OMM' est donnée par la relation :

- A. $A(\phi) = \sqrt{3} \sin(\phi) \cos(\phi)$
- B. $A(\phi) = \sqrt{3} \sin(\phi) \cos(\frac{\pi}{2} - \phi)$
- C. $A(\phi) = \frac{3}{2} \sin(\phi) \cos(\phi)$
- D. $A(\phi) = 3 \cos(\phi) \sqrt{1 - \cos^2(\phi)}$

QCM8 La valeur de ϕ pour laquelle l'aire du triangle OMM' est maximale est obtenue pour :

- A. $\phi = \frac{\pi}{2}$
- B. $\phi = \frac{\pi}{3}$
- C. $\phi = \frac{2\pi}{3}$
- D. $\phi = \frac{\pi}{4}$

QCM9 On en déduit que l'aire maximale du triangle OMM' est :

- A. $\frac{3\sqrt{3}}{2}$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- C. $\frac{3}{2}$
- D. $\frac{2\sqrt{3}}{2}$

III- Algèbre linéaire

Exercice 6

Soit $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$ l'ensemble des matrices carrées réelles d'ordre 3. On appelle $I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ la

matrice unité de $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$. On donne $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

QCM10 Cocher la ou les réponse(s) exacte(s)

- A. A est une matrice inversible
- B. A n'est pas une matrice inversible
- C. A est une matrice diagonale
- D. Si on note tA la matrice transposée de A, alors ${}^tA = A$

QCM11 On démontre que A^n est la matrice :

- A. $2^{n-1}A$
- B. 2^nA
- C. $3^{n-1}A$
- D. 4^nA

Exercice 7

Dans l'ensemble $\mathcal{M}_3(\mathbb{R})$, on recherche toutes les matrices diagonales $M = \begin{pmatrix} a & 0 & 0 \\ 0 & b & 0 \\ 0 & 0 & c \end{pmatrix}$ telles que : $M^3 - 2M^2 - 5M + 6I = 0$

QCM12 On démontre que les coefficients diagonaux (a, b, c) sont solutions de l'équation :

- A. $x^3 + 2x^2 - 5x + 6 = 0$
- B. $x^3 - 2x^2 - 5x + 6 = 0$
- C. $2x^3 - x^2 + 5x + 6 = 0$
- D. $x^3 - x^2 + 5x - 6 = 0$

QCM13 A l'aide d'une racine évidente dans l'équation des coefficients diagonaux de M , on obtient :

- A. $a = 1$ et $(b, c) \in \{-2, 3\}^2$ soit 4 solutions
- B. $(a, b, c) \in \{-1; 2; 3\}$ soit 6 solutions
- C. $(a, b, c) \in \{-2, 1, 3\}^3$ soit 27 solutions
- D. $(a, b, c) \in \{1, 2, 3\}^3$ soit 27 solutions

IV- Fonctions de variables réelles

Exercice 8

On considère l'équation $e^x - 1 - 6e^{-x} = 0$

QCM14 cette équation admet :

- A. Aucune solution
- B. 1 solution
- C. 2 solutions
- D. 3 solutions

Exercice 9

Dans une centrifugeuse à plasma, la vitesse V (en mm/s) du liquide dépend du rayon ajustable r (en mm) du tube suivant l'expression $V(r) = \frac{31,4}{\pi} (3r^2 - r^3)$

QCM15 Cocher la ou les réponse(s) exacte(s) :

- A. Le constructeur affirme que l'on peut régler le rayon de la centrifugeuse de 0mm à 3mm
- B. Plus le rayon du tube croît, plus la vitesse augmente
- C. La vitesse maximale sera atteinte pour un rayon de 2mm
- D. La vitesse maximale du liquide est de 52,2 mm/s

Exercice 10

Soit f la fonction définie sur l'intervalle $I =]0; 14]$ par $f(x) = 2 - \ln\left(\frac{x}{2}\right)$

QCM16 Sur l'intervalle I :

- A. $f(x)$ est positif
- B. $f(x)$ est négatif
- C. $f(x)$ est croissant
- D. $f(x)$ est décroissant

On appelle C_f la courbe représentative de f dans un repère orthonormé d'origine O .

A tout point M appartenant à C_f , on associe :

- le point P projeté orthogonale de M sur l'axe des abscisses
- le point Q projeté orthogonale de M sur l'axe des ordonnées.

On considère le rectangle formé des points $OPMQ$ dans le repère du plan.

QCM17 Cocher la ou les réponse(s) exacte(s)

- A. L'aire du rectangle $OPMQ$ est constante
- B. L'aire du rectangle $OPMQ$ atteint un maximum en $x = 2e$
- C. L'aire du rectangle $OPMQ$ atteint un maximum en $x = e$
- D. L'aire maximale du rectangle $OPMQ$ est $2e$

Exercice 11

La fraction de l'intensité de lumière transmise à travers une solution d'un colloïde par rapport à l'intensité de lumière incidente est décrite par une fonction $A(x) = -\log(1 - x)$

QCM18 On cherche l'approximation à l'ordre 1 de la fonction $A(h)$ au voisinage de $h = 0$

- A. $A(h) \sim h$
- B. $A(h) \sim h \times \ln(10)$
- C. $A(h) \sim \frac{h}{\ln(10)}$
- D. $A(h) \sim -\frac{h}{\ln(10)}$

Exercice 12

Soit a un réel strictement positif. On note P_a la fonction polynomiale définie sur $\mathbb{R}$ par :

$$P_a(x) = x^3 + ax - 1.$$

QCM19 Cocher la ou les réponse(s) exacte(s) :

- A. $P_a(x)$ n'admet aucune solution réelle
- B. $P_a(x)$ admet une seule solution réelle
- C. $P_a(x)$ admet 2 solutions réelles
- D. $P_a(x)$ admet 3 solutions réelles

QCM20 On considère la fonction $u(a)$ qui à tout a réel positif associe la racine de $P_a(x)$. On montre que :

- A. $u(a) > 0$
- B. $u(a) < 0$
- C. Pour tout a, b réels positifs, $P_a(u(b)) = (a - b)u(b)$
- D. Pour tout a, b réels positifs, $P_a(u(b)) = (a + b)u(b)$

Aide : comparer $P_a(0)$ à $P_a(u(a))$

QCM21 On en déduit que :

- A. La fonction $u: a \rightarrow u(a)$ est strictement croissante
- B. La fonction $u: a \rightarrow u(a)$ est strictement décroissante
- C. $u(a)$ converge vers une limite finie quand a tend vers $\infty +$
- D. $\lim_{a \rightarrow \infty +} u(a) = +\infty$

Exercice 13

Soit une fonction f définie sur $\mathbb{R}$. Un logiciel de calcul formel a permis d'obtenir un développement limité d'ordre 3 de f pour x proche de 0 : $f(x) = 2 - x + \frac{x^3}{6} + o(x^3)$

QCM22 Il s'agit de la fonction :

- A. $f(x) = xe^{-x}$
- B. $f(x) = (x+2)e^x$
- C. $f(x) = (x+2)e^{-x}$
- D. $f(x) = (x+2)\ln(x+1)$

QCM23 On peut dire que la tangente T à la courbe représentative C de f en $x = 0$ a pour équation :

- A. $y = 2$
- B. $y = x - 2$
- C. $y = x + 2$
- D. $y = 2 - x$

QCM24 Au voisinage du point $x = 0$,

- A. T est en dessus de C pour $x < 0$ puis en dessous de C pour $x > 0$
- B. T et C sont confondues pour tout $x > 0$
- C. T est au dessus de C
- D. T est en dessous de C

<i>V - Fonctions de plusieurs variables</i>
--

Exercice 14

On détermine la focale f d'une lentille en fonction de la distance D entre l'objet et l'écran et la distance d entre les deux positions de la lentille où l'on obtient une image nette, par la méthode de Bessel: $f(d, D) = \frac{(D^2 - d^2)}{4D}$

QCM25 Cochez-le (ou les) item(s) exact(s).

- A. $\frac{df}{dD} = \frac{D^2 + d^2}{4D^2}$
- B. $df = \left(\frac{1}{4} + \frac{d^2}{4D^2}\right) dD - \frac{d}{2D} dd$
- C. $df = \left(\frac{1}{4} + \frac{d^2}{4D^2}\right) dD + \frac{d}{2D} dd$
- D. $df = \left(\frac{1}{4} - \frac{d^2}{4D^2}\right) dD + \frac{d}{2D} dd$

QCM26 On suppose que $D = d$. On effectue une variation de D de $+0,5$ très petite devant la valeur de D .

- A. La variation df sera de $+0,5$
- B. La variation df sera de $-0,5$
- C. La variation df sera de $+0,25$
- D. La variation df sera de $-0,25$

Exercice 15

On recherche les points critiques (extremums) de la fonction $f(x, y) = xy(x + 3y - 2)$

QCM27 Cocher la ou les réponse(s) exacte(s)

- A. $f(x, y)$ n'admet aucun extremum
- B. $f(x, y)$ admet 2 extremums en $(x, y) \in \{(0, 0); (-1; 1)\}$
- C. $f(x, y)$ admet 3 extremums en $(x, y) \in \{(0, 0); (2; 0); (-\frac{1}{3}; \frac{1}{3})\}$
- D. $f(x, y)$ admet 4 extremums en $(x, y) \in \{(0, 0); (2; 0); (0; \frac{2}{3}); (\frac{2}{3}; \frac{2}{9})\}$

Exercice 16

On considère la fonction $f(x, y) = x^2 + y^2$ définie sur le domaine suivant :

$$D = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2; x \geq 0, y \geq 0, x + y \leq 1\}$$

QCM28 On recherche la valeur de $I = \iint_D f(x, y) dx dy$

- A. $I = \frac{1}{6}$
- B. $I = \frac{1}{2}$
- C. $I = \frac{2}{3}$
- D. $I = \frac{5}{3}$

*** VI - Equations différentielles ***

Exercice 17

On considère une population de taille $P(t)$ avec t une durée exprimée en années ($t \in \mathbb{R}^+$). Cette population augmente de 10% tous les ans mais perd également 50 individus tous les ans.

QCM29 $P(t)$ est solution de l'équation différentielle (E1) suivante :

- A. $P'(t) = -0,1P(t) + 50$
- B. $P'(t) = -0,1P(t) - 50$
- C. $P'(t) = 0,1P(t) + 50$
- D. $P'(t) = 0,1P(t) - 50$

QCM30 Les solutions de cette équation différentielle (E1) sont :

- A. $P(t) = Ke^{0,1t} - 500$ avec $K \in \mathbb{R}$
- B. $P(t) = Ke^{-0,1t} - 500$ avec $K \in \mathbb{R}$
- C. $P(t) = Ke^{-0,1t} + 500$ avec $K \in \mathbb{R}$
- D. $P(t) = Ke^{0,1t} + 500$ avec $K \in \mathbb{R}$

QCM31 La population à l'instant $t=0$ s'élève à 250 individus. On peut affirmer que :

- A. La population va tendre vers l'infini quand t tend vers l'infini.
- B. La population finit par s'éteindre au bout de $t = 10 \times \ln(2)$ années.
- C. La population finit par s'éteindre au bout de $t = \frac{\ln(10)}{2}$ années.
- D. La population va tendre vers 500 quand t tend vers l'infini.

Exercice 18

En 1840, Pierre-François Verhulst remet en cause le modèle malthusien de croissance exponentielle d'une population et démontre que cette croissance s'adapte à la capacité biotique du milieu d'accueil.

Il démontre ainsi que la taille $P(t)$ d'une population en fonction du temps t suit l'équation différentielle (E) : $\frac{dP}{dt} = aP(P - b)$ avec $(a, b) \in \mathbb{R}^2$

On appelle N_{max} la capacité biotique du milieu d'accueil et N_0 la population initiale au temps $t = 0$

QCM32 La fonction $P(t)$ solution de (E) est :

- A. $P(t) = \frac{N_{max} \times e^{-at}}{1 + \frac{N_{max}-N_0}{N_0}t}$
- B. $P(t) = \frac{N_{max} \times e^{at}}{1 + N_0}$
- C. $P(t) = \frac{N_{max}}{1 + \frac{N_{max}-N_0}{N_0}e^{-at}}$
- D. $P(t) = \frac{N_{max}}{1 + \frac{N_{max}-N_0}{N_0}e^{at}}$

QCM33 Soit une population de bactéries de taille initiale $N_0 = 2mg$ se développant dans un milieu de capacité biotique $N_{max} = 200mg$ avec un taux de croissance intrinsèque $a = 0,4mg/h$.

Quelle est la durée t nécessaire pour que la population atteigne $45mg$? On donne $\ln(30) \sim 3,4$

- A. $t \sim 5h12mn$
- B. $t \sim 8h24mn$
- C. $t \sim 11h57mn$
- D. $t \sim 14h09mn$

Exercice 19

On considère l'équation différentielle du 2nd ordre $y''(x) + 4y'(x) + 4y(x) = 0$

QCM34 Une solution de cette équation différentielle est :

- A. $y(x) = K_1 e^x + K_2 e^{-2x}$ avec $(K_1, K_2) \in \mathbb{R}^2$
- B. $y(x) = K_1 e^{-x} + K_2 e^{2x}$ avec $(K_1, K_2) \in \mathbb{R}^2$
- C. $y(x) = (K_1 x + K_2) e^{-2x}$ avec $(K_1, K_2) \in \mathbb{R}^2$
- D. $y(x) = (K_1 \cos(x) + K_2 \sin(x)) e^{2x}$ avec $(K_1, K_2) \in \mathbb{R}^2$

QCM35 On donne $y(0) = y'(0) = 1$

- A. $K_1 = 3$ et $K_2 = 1$
- B. $K_1 = 0$ et $K_2 = 1$
- C. $K_1 = -1$ et $K_2 = 0$
- D. $K_1 = -2$ et $K_2 = 1$

VII - Géométrie du plan et de l'espace

Exercice 20

L'espace est rapporté à un repère orthonormal $(O ; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$.

On considère les points A(0 ; -2 ; 3), B(2 ; 1 ; 1) et C(-1 ; -1 ; 1).

QCM36 Sélectionner la proposition correcte parmi les suivantes :

- A. Les points A, B et C sont alignés.
- B. Les points A, B et C définissent un triangle rectangle en A.
- C. Le vecteur $\vec{u}(4 ; 2 ; 7)$ est normal au plan (ABC).
- D. Le vecteur $\vec{u}(-4 ; 6 ; 5)$ est normal au plan (ABC).

QCM37 Une équation cartésienne du plan (ABC) est :

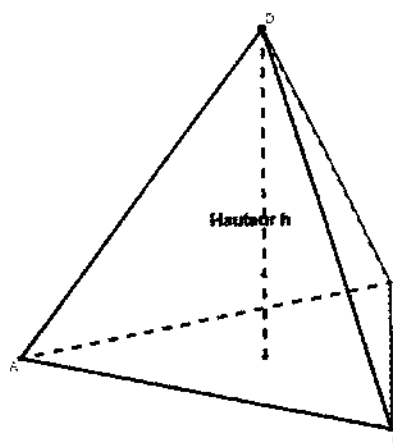
- A. $-4x - 6y + 2z = 0$
- B. $-4x + 6y + 5z = 3$
- C. $-4x + 6y + 5z = 5$
- D. $-2x + 6y + 2z = 5$

Exercice 21

On appelle tétraèdre régulier ABCD une pyramide donc chaque face est constituée d'un triangle équilatéral. On note x la longueur d'un côté de ce triangle équilatéral

QCM38 La surface $S(x)$ d'une face du tétraèdre régulier est :

- A. $S(x) = \sqrt{3}x^2$
- B. $S(x) = \frac{\sqrt{3}}{2}x^2$
- C. $S(x) = \frac{\sqrt{3}}{4}x^2$
- D. $S(x) = \sqrt{3}x$



QCM39 Le volume $V(x)$ de la pyramide est :

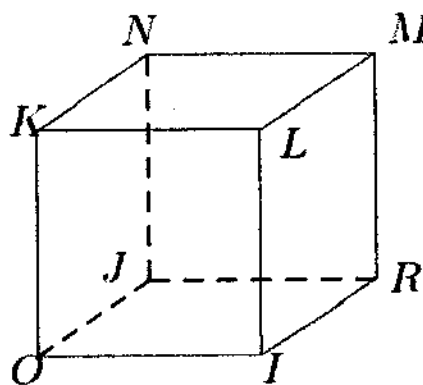
- A. $V(x) = \sqrt{2}x^3$
- B. $V(x) = \frac{\sqrt{2}}{3}x^3$
- C. $V(x) = \frac{\sqrt{2}}{6}x^3$
- D. $V(x) = \frac{\sqrt{2}}{12}x^3$

Exercice 22

L'espace est rapporté à un repère orthogonal de sens direct $(O; \overrightarrow{OI}; \overrightarrow{OJ}; \overrightarrow{OK})$.

On considère le cube ci-contre de sommets O, I, R, J, N, K, L, M.

On note A le milieu de $[IL]$ et B le point défini par $\overrightarrow{KB} = \frac{2}{3}\overrightarrow{KN}$. On note $\vec{u} = \overrightarrow{OA} \wedge \overrightarrow{OB}$ et on note (P) le plan passant par les points O, A, B.



QCM40 On recherche les coordonnées de $\vec{u}$

- A. $\vec{u} \left(\frac{1}{3}; -1; \frac{1}{3} \right)$
- B. $\vec{u} \left(-\frac{1}{3}; -1; \frac{2}{3} \right)$
- C. $\vec{u}(-1; -3; 2)$
- D. $\vec{u} \left(\frac{1}{3}; -\frac{2}{3}; 1 \right)$

QCM41 On recherche l'aire A du triangle OAB

- A. $A = \frac{\sqrt{14}}{6}$
- B. $A = \frac{\sqrt{21}}{4}$
- C. $A = \frac{\sqrt{17}}{9}$
- D. $A = \frac{\sqrt{56}}{6}$

QCM42 On recherche le volume V du tétraèdre OABK

- A. $V = \frac{1}{3}$
- B. $V = \frac{\sqrt{17}}{2}$
- C. $V = \frac{1}{9}$
- D. $V = \frac{7}{22}$

QCM43 On en déduit la distance h du point K au plan (P)

- A. $h = \frac{2}{\sqrt{7}}$
- B. $h = \frac{2}{\sqrt{14}}$
- C. $h = \frac{6}{\sqrt{14}}$
- D. $h = \frac{2}{\sqrt{21}}$

VIII - Notions élémentaires de statistiques

Exercice 23

Dans une ferme de 100 poules, un fermier relève pour chaque poules le nombre d'œufs pondus chaque semaine. Il obtient la répartition suivante :

Nbre œufs	0	1	2	3	4	5	Total
Effectif	18	22	28	12	14	6	100

QCM44 Cocher la ou les réponse(s) exacte(s) :

- A. Le caractère étudié est le nombre de poules dans la ferme
- B. Le caractère étudié est quantitatif
- C. En moyenne, les poules pondent 2,0 œufs par semaine dans cette exploitation
- D. En moyenne les poules pondent 3,1 œufs par semaine dans cette exploitation

QCM45 Cocher la ou les réponse(s) exacte(s) :

- A. Cette série statistique suit une répartition uniforme
- B. La variance de cette série statistique est de 2,16
- C. La variance de cette série statistique est de 3,4
- D. La variance de cette série statistique est de -1,25

Aide : on pourra utiliser la formule de Huygens Koenig

Certains œufs pondus par les poules ont des taches brunes que le fermier ne vend pas car ils ne sont pas appréciés des consommateurs.

En première approximation, le fermier estime qu'il y'a 20% de chance qu'une poule pondre un œuf avec des taches brunes.

QCM46 Quelle est la probabilité p d'avoir au moins un œuf avec des taches dans un lot de 10 œufs ramassé par le fermier ?

- A. $p = 1 - 0,8^{10}$
- B. $p = 0,8^{10}$
- C. $p = 10 \times 0,2^9$
- D. $p = 10 \times 0,2^{10}$

Après avoir étudié la question, le fermier se rend compte que les poules de race A de son exploitation pondent plus fréquemment des œufs avec des taches (25% d'œufs tachés) que les autres poules de l'exploitation (10%)

QCM47 La proportion de poules de la race A dans l'exploitation est :

- A. $2/3$
- B. $1/2$
- C. $1/3$
- D. $1/5$

Dans cette exploitation, l'espérance de vie d'une poule pondeuse est une variable aléatoire X définie sur l'intervalle $[0; a]$ ($a \in \mathbb{R}^+$) qui suit la loi de densité suivante : $f(x) = \frac{x}{x^2+1}$.

QCM48 Quelle est la durée de vie maximale d'une poule pondeuse dans cette exploitation ?

- A. $2e \sim 5,4$ ans
- B. $\sqrt{e^2 - 1} \sim 2,5$ ans
- C. $\sqrt{e^2 + 1} \sim 2,9$ ans
- D. $10(e - 1)^2 \sim 1,4$ ans

QCM49 Quelle est l'espérance de vie d'une poule dans cette exploitation ?

On donne $(\arctan(x))' = \frac{1}{1+x^2}$

- A. $\sqrt{e^2 - 1} - \arctan(\sqrt{e^2 - 1}) \sim 1,3$ ans
- B. $e - \arctan(e) \sim 1,5$ ans
- C. $\sqrt{e + \arctan(e + 1)} \sim 2$ ans
- D. $e + \arctan(e) \sim 3,9$ ans

Aide : exprimer $\frac{x^2}{1+x^2}$ sous la forme $\alpha + \frac{\beta}{1+x^2}$

QCM50 On suppose que toutes les poules de l'exploitation sont issues de la même couvée. Au bout d'un an, quelle sera la population de poules dans l'exploitation ?

- A. $p = \ln 2 \times 100 \sim 69$ poules
- B. $p = \frac{\ln 2}{2} \times 100 \sim 35$ poules
- C. $p = \left(1 - \frac{\ln 2}{2}\right) \times 100 \sim 65$ poules
- D. $p = \left(1 + \frac{\ln 2}{2}\right) \times 100 \sim 134$ poules



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION,
DE LA MODERNISATION
DE L'ADMINISTRATION,
en charge du numérique

DIRECTION GÉNÉRALE
DES RESSOURCES HUMAINES

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES
INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE
A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA
POLYNÉSIE FRANÇAISE**

DEUXIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Biologie appliquée

SUJET PRINCIPAL

Mardi 11 avril 2023

(Durée : 3 heures – coefficient 3)

Le sujet comporte 9 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

L'épreuve est constituée de **deux parties indépendantes**.

Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question posée.

Une grande attention sera apportée à la clarté de la rédaction et à la présentation des différents schémas.

Vous répondrez aux questions posées en construisant méthodiquement votre argumentation sur l'analyse des documents proposés et sur vos connaissances et en adéquation avec les consignes explicites propres à chaque question. Les réponses seront précises, concises et structurées.

- Le plus grand soin sera apporté à la présentation et l'orthographe, ainsi qu'à la clarté et la concision de vos réponses. Aucune abréviation non conventionnelle ne sera utilisée sans que n'en soit mentionnée la signification.
- Les calculatrices ne sont pas autorisées.

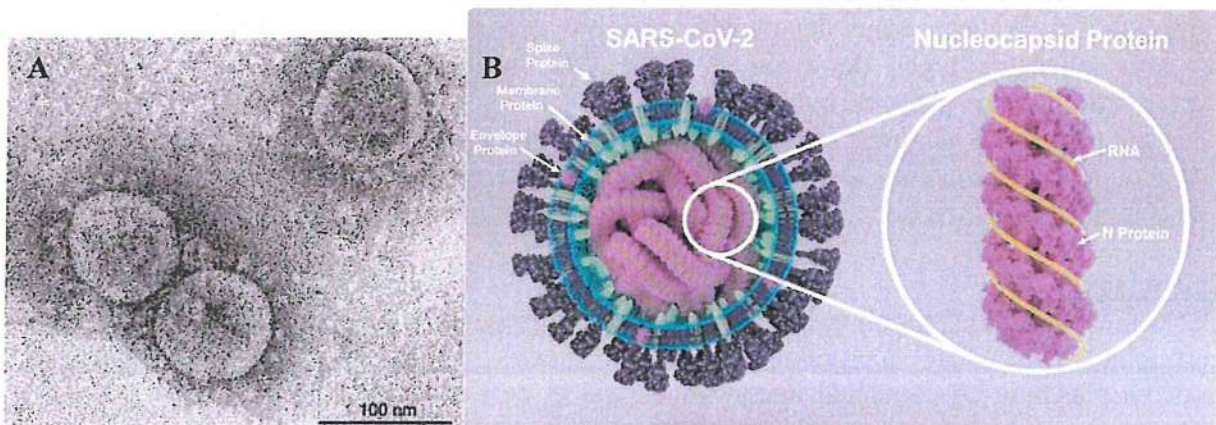
THEME 1 : LA TRANSMISSION DE L'INFORMATION GENETIQUE AU COURS DES DIVISIONS CELLULAIRES CHEZ LES EUCARYOTES.

Le cycle cellulaire eucaryote est constitué par une succession de phases assurant la croissance, le maintien et la division cellulaire de la cellule . Ce phénomène donne naissance à deux cellules-filles dont les caractères sont hérités de la cellule-mère. Les **divisions cellulaires**, permettant aussi le **renouvellement cellulaire** tout au long de la vie des organismes, sont **contrôlées** tant par une **machinerie cellulaire interne** que par des **signaux extracellulaires**, ce qui assure le **synchronisme des divisions** entre elles.

PARTIE 1 – LES PHASES DU CYCLE CELLULAIRE

Exposer les différentes phases du cycle cellulaire et leurs caractéristiques permettant d'expliquer le maintien des caractéristiques d'une cellule eucaryote au cours des divisions successives. Les différentes étapes des mécanismes moléculaires cités ne sont pas attendues.

PARTIE 2 – CORONAVIRUS ET CYCLE CELLULAIRE.



Document 1A :

(Structure du Sars-CoV-1. Image extraite de l'article [*SARS — beginning to understand a new virus*](#). Konrad Stadler et al. Nature Reviews Microbiology volume 1, pages 209–218 (2003))

Document 1B : Structure du SRAS-CoV-2 montrant les protéines clés et la structure de la protéine de nucléocapside

(<https://ma-clinique.fr/la-proteine-sars-cov-2-neucleocapside-n-est-fortement-glycosylee>)

Le Sars-CoV est un virus dit enveloppé : il est doté d'une enveloppe d'origine cellulaire entourant sa structure virale contenant son génome. La protéine N (nucléoprotéine) est la protéine de la nucléocapside responsable du syndrome respiratoire aigu sévère, se lie à l'ARN et forme avec lui un complexe impliqué dans le bourgeonnement des nouveaux virions dans la cellule.

L'ensemble documentaire à pour objectif de comprendre l'influence de l'infection par le coronavirus sur le cycle cellulaire de cellules infectées.

1) Après avoir expliqué l'intérêt d'utiliser du BrdU à la suite d'une expérience de transfection, exploiter les informations du document 3a afin de mettre en évidence le rôle de la protéine N dans le cycle cellulaire de son hôte.

2) Exploiter les résultats du western blot (document 3b) afin de montrer l'influence de la protéine N sur la présence des protéines caractéristiques de la phase G1 et de la phase S. Réaliser une mise en relation avec le document 3a.

3) Expliquer en quoi ces résultats sont critiquables.

4) Après avoir expliqué l'intérêt de mesurer le niveau de phosphorylation de l'histone H1, exploiter les résultats du document 3c et par une mise en relation avec le document 3b montrer le rôle de la protéine N sur l'activité des complexes Cdk2-cycline A et Cdk2-cycline E.

5) Proposer une hypothèse quant à l'intérêt pour le virus de ces perturbations.

Document 2 : les points de contrôle du cycle cellulaire.

Le cycle cellulaire est régulé par les protéines cyclines, qui se lient aux kinases Cdk. Le complexe Cdk cycline permet des phosphorylations de nombreuses protéines intracellulaires. Il existe plusieurs types de cyclines et de Cdk, chaque complexe Cdk-cycline étant caractéristique d'une phase du cycle cellulaire.

- les complexes Cdk4/cycline D et Cdk6/cycline D sont **caractéristiques de la phase G1**.
- le complexe Cdk2/cycline E est **caractéristique de la transition G1/S**.
- le complexe Cdk2/cycline A est **caractéristique de la phase S**.

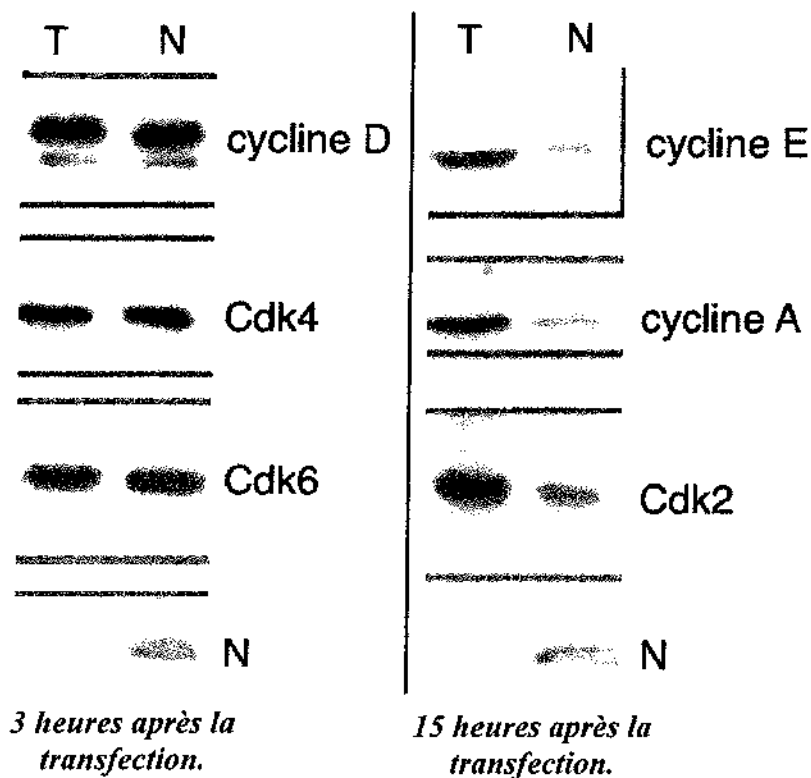
Document 3

Des cellules humaines sont mises en culture, afin de réaliser une transfection avec un plasmide contenant le gène codant la protéine N (N). Ces cellules sont comparées à un témoin transfecté avec un plasmide ne contenant aucun gène viral et ne perturbant pas la vie cellulaire (T).
NB : on rappelle que la transfection est une transgénèse transitoire.

Protéine N présente	Nombre de cellules	Nombre de cellules exprimant la protéine N	Cellules BrdU +	pourcentage de cellules BrdU +
non (T)	200	0	130 ± 9	65 %
oui (N)	200	150 ± 12	11 ± 3	7,3 %

Document 3a: La BrdU est un analogue de nucléotide détectable par un anticorps, qui est incorporé dans les acides nucléiques de la même façon que la thymine (pour l'ADN). 14 heures après transfection par le plasmide contenant le gène codant la protéine N, on traite les cellules avec du BrdU pendant une heure. On compte ensuite les cellules BrdU +, c'est-à-dire les cellules ayant incorporé du BrdU lors d'un événement de réplication de l'ADN.

Document 3b: Résultats d'expérience par western blot des cellules transfectées avec le plasmide N, ou avec le plasmide témoin T.



Document 3c: Résultats d'expérience par western blot

L'histone H1 est normalement phosphorylée par les complexes Cdk2-cycline A et Cdk2-cycline E.

On a incubé l'histone H1 avec un cytoplasme de cellules transfectées par le plasmide N ou par le plasmide T.

On réalise ensuite un western blot en détectant spécifiquement la forme phosphorylée de l'histone H1.

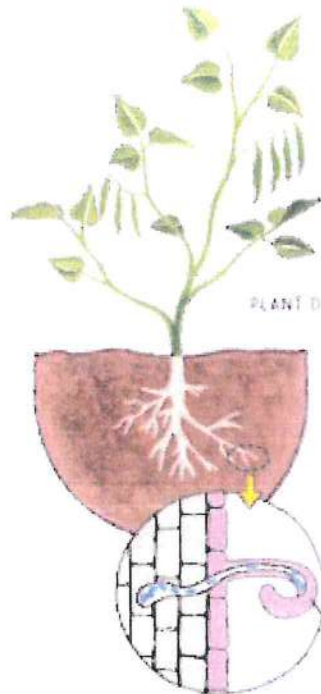
Gauche : plasmide témoin.

Droite : plasmide contenant le gène codant la protéine N.



THEME 2 : RELATIONS TROPHIQUES DANS UN ECOSYSTEME

Les racines des Fabacées (trèfle, lupin, soja, luzerne, pois, haricot, genêt, ajonc, cytise, etc.) portent des nodosités. Ces nodules ne se forment que si la plante est cultivée en présence de bactéries particulières, le plus souvent du genre *Rhizobium*. Cette observation laisse suggérer une interaction particulière entre plante et bactérie.



Document 1 : Formation de la nodosité © MNHN
Museum national d'Histoire naturelle – DIREF © 2018

La formation de la nodosité implique deux principaux processus : l'infection de la plante par les bactéries *Rhizobium* et l'organogenèse nodulaire.

1. DÉFORMATION PUIS INFECTION
DES POILS ABSORBANTS
2. FORMATION D'UN CORDON
D'INFECTION TRANSFÉRANT LES
BACTÉRIES DANS LE CORTÈX

3. PÉNÉTRATION DES
BACTÉRIES DANS
LES CELLULES CORTICALES

4. MULTIPLICATION
DES CELLULES RACINAIRES
FORMANT DES NODOSITÉS

L'hypothèse posée pour expliquer la formation des nodosités est l'existence d'un dialogue moléculaire entre la plante et les bactéries.

D'après le sujet de l'épreuve de Biologie B du concours agro 2004.

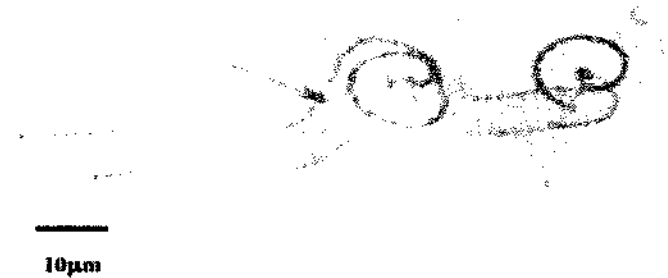
Document 2 : Micrographies optiques de poils absorbants d'une racine de Fabacée en présence et en absence de *Rhizobium* (d'après Maxwell et al. dans *Plant Physiological Ecology* 1998).

Les documents 2.1a et 2.1b correspondent à des observations réalisées en début de culture. Le document 2.1c correspond à des observations après 3 semaines de culture en présence de bactéries du genre *Rhizobium*.

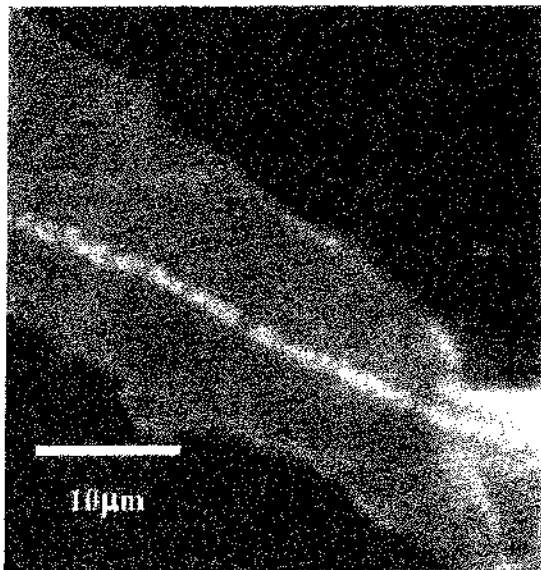
2.1a : Poil absorbant en formation d'une racine cultivée en absence de *Rhizobium*.



2.1b : poil absorbant d'une racine cultivée en présence de Rhizobium. La flèche désigne un canal intracellulaire en formation dans le poil.



Document 2.1c : Micrographie d'un poil absorbant de trèfle (*Trifolium* sp) cultivé en présence de Rhizobium ; l'observation est réalisée au microscope à fluorescence. Le marqueur fluorescent utilisé se fixe préférentiellement aux parois bactériennes.



1)- Exploiter le document 2 et montrer comment l'infection par la bactérie est favorisée.

L'effet de la présence de Rhizobium sur la morphologie des poils absorbants (document 2), peut aussi être obtenu en cultivant les racines en présence d'une des substances rejetées par les bactéries Rhizobium du sol. Cette substance est appelée « facteur Nod ». La synthèse de tels facteurs par les bactéries met en jeu plusieurs enzymes dont les gènes sont appelés « gènes nod ». En amont de ces gènes, se trouve une séquence appelée « promoteur nod ».

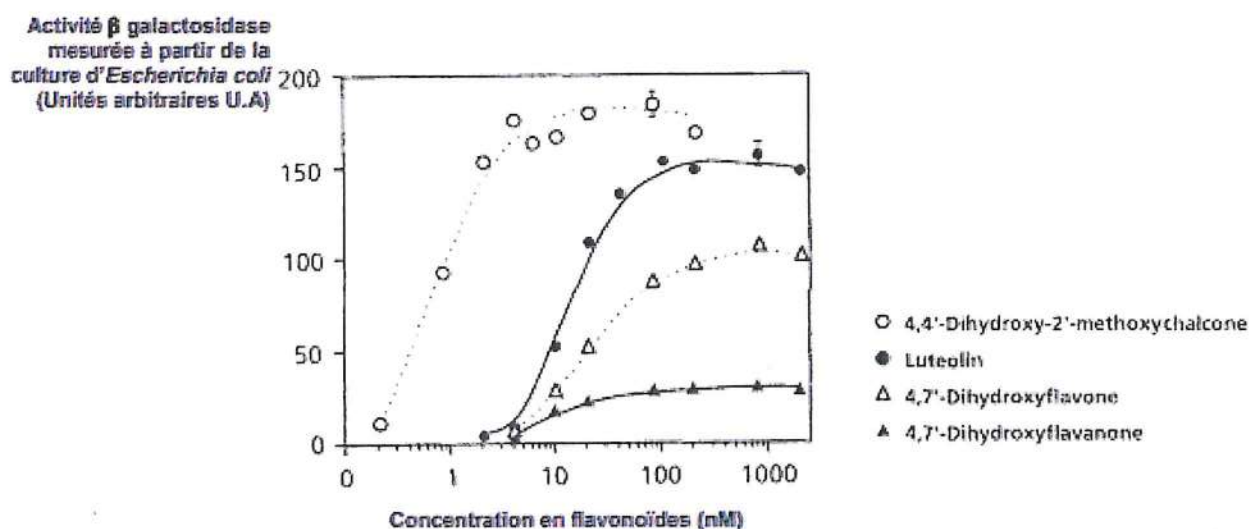
On a transformé génétiquement les bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*) en adjoignant le promoteur nod au gène de la β galactosidase. L'activité de cette enzyme a été testée en présence de plusieurs substances qui sont rejetées par les racines dans le sol. Ces substances sont qualifiées d'exsudats. Celles qui sont testées font toutes partie d'un type de composants organiques appelés flavonoïdes.

Protocole 1 : Mesure de l'activité de la β galactosidase de bactéries *E. coli* non transformées cultivées dans un milieu contenant du lactose et des concentrations variables de flavonoïdes, molécules organiques sécrétées par les racines dans le sol dans les conditions naturelles. Résultats : On ne décèle aucune activité de la β galactosidase, quelle que soit la concentration en flavonoïdes.

Protocole 2 : Mesure de l'activité de la β galactosidase de bactéries *E. coli* transformées cultivées dans un milieu contenant du lactose et des concentrations variables de flavonoïdes. Plusieurs tests ont été effectués. Les résultats sont fournis ci-dessous.

Document 3 : Effet de la présence de flavonoïdes à différentes concentrations sur l'activité β galactosidase d'une culture de bactéries *Escherichia coli* transformées.

Les différents flavonoïdes testés sont issus d'exsudats de luzerne (*Medicago sp*) et le promoteur nod utilisé est issu de *Rhizobium meliloti*. Ce dernier peut être à l'origine de la formation de nodules chez la Luzerne.



- 2) Quelle est l'hypothèse testée par cette expérience ?
- 3) Quel rôle joue le gène de la β galactosidase dans ce protocole ?
- 4) Analyser et interpréter le document 3.
- 5) A l'aide des documents 2 et 3, proposez une chronologie des événements conduisant à l'établissement de l'association entre *Rhizobium* et une racine de légumineuse.



MINISTRE
DE L'EDUCATION,
DE LA MODERNISATION
DE L'ADMINISTRATION,
en charge du numérique

DIRECTION GENERALE
DES RESSOURCES HUMAINES

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES
INGENIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATEGORIE
A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA
POLYNESIE FRANÇAISE**

TROISIEME EPREUVE D'ADMISSIBILITE :

Economie

SUJET PRINCIPAL

Mercredi 12 avril 2023

(Durée : 3 heures – coefficient 3)

Le sujet comporte 2 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

1/ Pourquoi les entreprises du Fenua ont-elles intérêt à prendre le virage de la RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises) ?

2/ Quels sont les enjeux de l'économie bleue en Polynésie française ?

3/ Quelles sont les missions principales de l'Autorité Polynésienne de la Concurrence ?



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION,
DE LA MODERNISATION
DE L'ADMINISTRATION,
en charge du numérique

DIRECTION GÉNÉRALE
DES RESSOURCES HUMAINES

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES
INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE
A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA
POLYNÉSIE FRANÇAISE**

DEUXIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Physique Chimie appliquée – option Chimie

SUJET PRINCIPAL

Mardi 11 avril 2023

(Durée : 3 heures – coefficient 3)

Le sujet comporte 19 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Partie Physique
Option n°2 - Chimie

Cette épreuve comporte 50 questions

Tout dispositif électronique est INTERDIT (en particulier la calculatrice).

CONSIGNES

Cette épreuve comporte 2 parties indépendantes :

Partie 1 : questions de 1 à 30

Partie 2 : questions de 31 à 50

Chaque question comporte au plus 3 réponses.

A chaque question numérotée de 1 à 50, correspond sur la feuille « GRILLE DES REPONSES » une ligne.

Chaque ligne comporte 4 cases A, B, C, D.

Les cases A, B, C, D correspondent à 4 propositions.

BAREME

Aucune erreur = 1 point

Une erreur (réponse erronée cochée ou une réponse exacte non cochée) = 0,5 points.

Plus d'une erreur = 0 point

Aucune réponse cochée = 0 point

En cas de doute sur la réponse du candidat à une question, la question sera notée 0 point.

Une erreur est définie par une proposition exacte non cochée ou une proposition fausse cochée parmi les items A, B, C, D.

La somme des points sur 50 est ensuite reportée à une note sur 20.

Constantes physiques et aides aux calculs :

Célérité de la lumière : $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Accélération de gravité : $G = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Charge élémentaire (conversion joules en électronvolts) : $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Masse de l'électron : $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Viscosité de l'eau

$$\eta = 10^{-3} \text{ Pa.s}$$

Masse volumique de l'eau

$$\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3} \text{ et } \pi = 3$$

Equation de Bernoulli

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{Cte}$$

Loi de Poiseuille

$$Q = \frac{\pi r^4}{8 \eta} \frac{\Delta P}{\Delta x}$$

Nombre de Reynolds

$$R_e = \frac{2 \rho V_{\text{moy}} r}{\eta}$$

Loi de Laplace dans une artère cylindrique

$$T = P.r$$

$\text{Log}(0,1)=-1$; $\text{Log}(2) = 0,3$; $\text{Log}(3) = 0,5$; $\text{Log}(5) = 0,7$

$\text{Ln}(1)=0$; $\text{Ln}(2)=0,7$; $\text{ln}(3)=1,1$; $\text{ln}(5)=1,6$; $\text{ln}(7)=1,9$

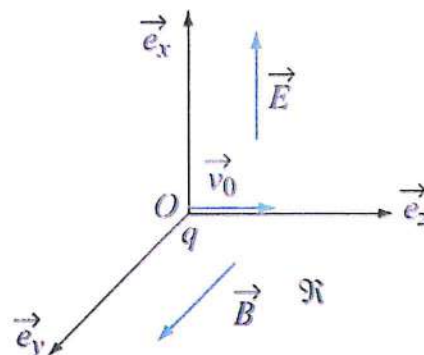
Concernant les questions 1 à 6

Électron dans un champ électrique et magnétique

Un électron de charge $q \approx -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et de masse $m \approx 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, assimilé à un point matériel M , évolue dans le référentiel du laboratoire $\mathcal{R}$ supposé galiléen et muni d'un repère cartésien $\{O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$ sous l'action d'un champ électrique $\vec{E} = E \cdot \vec{e}_x$ et d'un champ magnétique $\vec{B} = B \cdot \vec{e}_y$, tous deux uniformes et stationnaires.

On désigne par x, y et z les coordonnées de M dans $\mathcal{R}$, et par $\vec{v}_0 = v_0 \cdot \vec{e}_z$ la vitesse initiale de M telle que $v_0 = 500 \text{ km/s}$ (figure ci-contre).

On place en $z_0 = 10 \text{ cm}$ un écran d'observation Π parallèle au plan $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$ destiné à intercepter M .



• **Question 1 :**

Dans le cas particulier où $B = 0$, et $E = 0 \text{ V.m}^{-1}$, déterminer l'abscisse x_e de M sur E .

- A. $x_e = 7,2 \text{ mm}$
- B. $x_e = 3,5 \text{ mm}$
- C. $x_e = -3,5 \text{ mm}$
- D. $x_e = -7 \text{ mm}$

• **Question 2 :**

Dans le cas particulier où $E = 10 \text{ V.m}^{-1}$, et $B = 10^{-5} \text{ T}$, la trajectoire est un cercle de rayon R . Calculer R .

- A. $R = 10,9 \text{ cm}$
- B. $R = 13,8 \text{ cm}$
- C. $R = 15,1 \text{ cm}$
- D. $R = 28,4 \text{ cm}$

• **Question 3 :**

Que vaut l'abscisse x_m de M sur Π ?

- A. $x_m = 1,8 \text{ cm}$
- B. $x_m = 3,8 \text{ cm}$
- C. $x_m = -4,3 \text{ cm}$
- D. $x_m = 6,6 \text{ cm}$

• **Question 4 :**

En supposant que $E = 1 \text{ kV.m}^{-1}$, déterminer B afin que le mouvement de M soit rectiligne et uniforme.

- A. $B = 2 \text{ T}$
- B. $B = 2 \text{ mT}$
- C. $B = -4 \text{ mT}$
- D. $B = -200 \text{ mT}$

• **Question 5 :**

On suppose E et B non nuls et on pose $\omega_c = \frac{qB}{m}$. L'équation différentielle d'évolution de l'abscisse x de M s'écrit sous la forme $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_c^2 x = a$, a est une constante indépendante du temps. Déterminer a .

- A. $a = \frac{q}{m} (E + Bv_0)$
- B. $a = -\frac{q}{m} (E + Bv_0)$
- C. $a = \frac{q}{m} (Bv_0 - E)$
- D. $a = \frac{q}{m} (E - Bv_0)$

• **Question 6 :**

On suppose $B = \frac{2E}{v_0}$. Exprimer $x(t)$

- A. $x(t) = -\frac{mE}{qB^2} [1 + \cos(\omega_c t)]$
- B. $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [\cos(\omega_c t) - 1]$
- C. $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [1 - \cos(\omega_c t)]$
- D. $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [1 + \cos(\omega_c t)]$

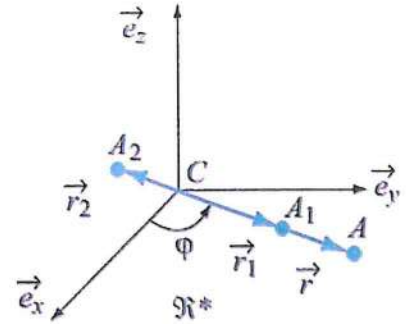
Concernant les questions 7 à 9

Interaction gravitationnelle

Deux corps assimilés à des points matériels A_1 et A_2 , de masses respectives m_1 et m_2 , évoluent librement du reste de l'univers sous la seule action des forces de gravitation qu'elles exercent l'une sur l'autre. On note C le centre de masse du système, $\vec{r}_1 = \overrightarrow{CA_1}$ et $\vec{r}_2 = \overrightarrow{CA_2}$, les rayons vecteurs des deux corps et $G \approx 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI la constante de gravitation universelle.

Ce problème à deux corps se réduit, dans le référentiel galiléen $\mathcal{R}^*$ du centre de masse, à l'étude du mouvement d'un point matériel fictif A de masse μ , de rayon vecteur

$\vec{r}_1 = \overrightarrow{CA} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ (cf. figure ci-contre), soumis à la force

$$F_g = -\frac{Gm_1m_2\vec{r}}{||\vec{r}||^3}$$


• Question 7 :

Exprimer μ en fonction de m_1 et m_2 .

- A. $\mu = m_1 + m_2$
- B. $\mu = \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)^{-1}$
- C. $\mu = (m_1 m_2)^{\frac{1}{2}}$
- D. $\mu = \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2}\right)^{-1}$

• Question 8 :

Quels sont, au cours du mouvement de A , les grandeurs conservatives ?

- A. L'énergie mécanique de A .
- B. L'énergie potentielle de A .
- C. L'énergie cinétique de A .
- D. Le moment cinétique de A en C .

• Question 9 :

Le référentiel $\mathcal{R}^*$ est muni du repère cartésien $\{C, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$, le mouvement de A s'effectue dans le plan $(C, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$. On désigne respectivement par $r = ||\vec{r}||$ et $\varphi(\vec{e}_x, \vec{r})$ la coordonnée radiale et l'angle orienté du système de coordonnées polaires. Exprimer l'énergie mécanique E_m de A .

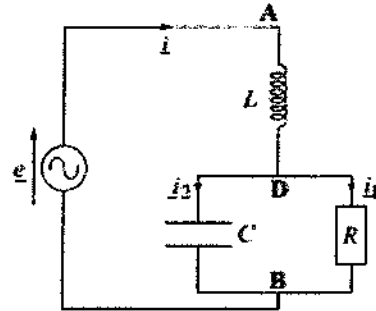
- A. $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- B. $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r}$
- C. $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r}$
- D. $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)^2\right] + \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

Concernant les questions 10 à 15

Régime sinusoïdal forcé

Le dipôle AB représente sur le schéma de la figure ci-contre est alimenté par une source tension parfaite de force électromotrice instantanée :

$$e(t) = E_0 \cdot \sin(\omega t)$$



• **Question 10 :**

Exprimer L en fonction de R , C et ω pour que le dipôle AB soit équivalent à une résistance pure R_{eq} .

- A. $L = \frac{RC\omega}{1+R^2C^2\omega^2}$
- B. $L = \frac{R^2C}{1+RC\omega}$
- C. $L = \frac{R^2C}{1+R^2C^2\omega^2}$
- D. $L = \frac{RC\omega}{1-RC\omega}$

• **Question 11:**

Calculer sachant que $R = 100 \, \Omega$, $C = \frac{100}{3} \, \mu F$ et $\omega = 400 \, \text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$

- A. $L = 120 \, \text{mH}$
- B. $L = 200 \, \text{mH}$
- C. $L = 50 \, \text{mH}$
- D. $L = 37 \, \text{mH}$

• **Question 12 :**

La valeur efficace de la force électromotrice du générateur vaut $E_0 = 180 \, \text{V}$.

Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant I dans la bobine.

- A. $I = 1,2 \, \text{A}$
- B. $I = 3,7 \, \text{A}$
- C. $I = 4,2 \, \text{A}$
- D. $I = 5 \, \text{A}$

• **Question 13 :**

Calculer les valeurs efficaces U_{AD} et U_{DB} des différences de potentiel u_{AD} et u_{DB} .

- A. $U_{AD} = 100 \, \text{V}$ et $U_{DB} = 250 \, \text{V}$
- B. $U_{AD} = 45 \, \text{V}$ et $U_{DB} = 135 \, \text{V}$
- C. $U_{AD} = 240 \, \text{V}$ et $U_{DB} = 300 \, \text{V}$
- D. $U_{AD} = 180 \, \text{V}$ et $U_{DB} = 45 \, \text{V}$

• **Question 14 :**

Calculer les valeurs efficaces I_1 et I_2 des intensités des courants circulants respectivement dans la résistance et dans le condensateur.

- A. $I_1 = 1 \text{ A}$ et $I_2 = 4 \text{ A}$
- B. $I_1 = 3 \text{ A}$ et $I_2 = 4 \text{ A}$
- C. $I_1 = 2 \text{ A}$ et $I_2 = 7 \text{ A}$
- D. $I_1 = 7 \text{ A}$ et $I_2 = 2 \text{ A}$

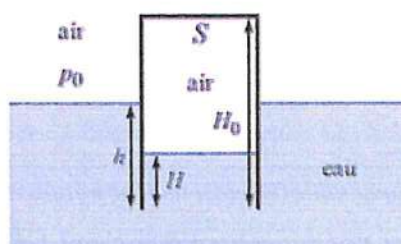
• **Question 15 :**

Calculer la puissance moyenne P , consommée sur une période par le dipôle AB.

- A. $P = 1\,200 \text{ W}$
- B. $P = 120 \text{ W}$
- C. $P = 75 \text{ W}$
- D. $P = 900 \text{ W}$

Concernant les questions 16 à 18

Une cloche cylindrique de masse m , dont l'épaisseur des parois est négligeable, est renversée puis plongée verticalement dans une cuve remplie d'eau. On désigne respectivement par S et H_0 la section et la hauteur du cylindre, par ρ la masse volumique de l'eau et par p_0 la pression atmosphérique extérieure. La cloche s'enfonce dans le liquide en emprisonnant un volume d'air initial égal à son volume intérieur (cf. figure ci-dessous). La répartition de la masse de la cloche est telle que, dans son état d'équilibre final, elle flotte en restant verticale.



On négligera la masse volumique de l'air devant celle de l'eau et l'on supposera que la pression de l'air (que l'on assimilera à un gaz parfait) à l'intérieur du récipient est uniforme.

• **Question 16 :**

Exprimer la hauteur h de la partie immergée du récipient.

- A. $h = \frac{mg}{mg+p_0S} H_0$
- B. $h = \frac{m}{\rho S} + \frac{mg}{mg+p_0S} H_0$
- C. $h = H_0 - \frac{m}{\rho S}$
- D. $h = \frac{mg+p_0S}{mg} H_0 - \frac{m}{\rho S}$

• **Question 17 :**

Exprimer le volume V_1 de l'air emprisonné dans la cloche.

- A. $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg + p_0 S} H_0$
- B. $V_1 = \frac{mg + p_0 S}{p_0 S^2} H_0$
- C. $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg} H_0$
- D. $V_1 = \frac{mg}{p_0 S^2} H_0$

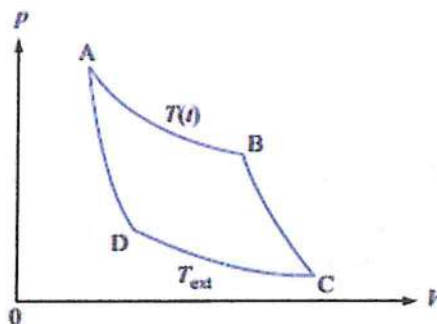
• **Question 18 :**

Calculer la pression p_1 de l'air dans la cloche

- A. $p_1 = p_0 + \rho gh$
- B. $p_1 = p_0 + \rho g H_0$
- C. $p_1 = \rho gh(H_0 - h)$
- D. $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$

Concernant les questions 19 à 20

Le fluide d'une pompe à chaleur décrit de façon réversible un cycle de Carnot constitué de deux évolutions adiabatiques AD et BC et de deux évolutions isothermes AB et DC (cf. le diagramme p (pression), V (volume) représenté sur la figure ci-dessous).



Au cours de chaque évolution isotherme AB , le système échange la quantité de chaleur δQ_c avec une source chaude constituée par l'air ambiant d'une pièce de capacité thermique totale C que l'on désire chauffer. La température de la pièce à l'instant t est notée $T(t)$.

Au cours de chaque évolution isotherme DC , le système échange la quantité de chaleur δQ_f avec une source froide constituée par l'air extérieur à la pièce dont la température constante est notée T_{ext} .

On peut considérer que la température $T(t)$ de la source chaude reste constante au cours d'un cycle (de durée dt) et qu'elle augmente de dT à chaque cycle. On désigne par P la puissance mécanique totale constante fournie au système.

- **Question 19 :**

Pour que la machine fonctionne en pompe à chaleur qui réchauffe la pièce,

- A. il faut que le cycle soit décrit dans le sens ADCBA.
- B. il faut que le cycle soit décrit dans le sens ABCDA.
- C. le sens du cycle n'a pas d'importance.
- D. on doit nécessairement avoir : $T(0) > T_{\text{ext}}$.

- **Question 20 :**

L'efficacité thermique $\eta(t) = \frac{\delta Q_c}{\delta W}$, où δW est le travail total échangé au cours d'un cycle. Exprimer $\eta(t)$.

- A. $\eta(t) = \frac{T_{\text{ext}}}{T(t) - T_{\text{ext}}}$
- B. $\eta(t) = \frac{T(t)}{T_{\text{ext}}}$
- C. $\eta(t) = \frac{T(t) - T_{\text{ext}}}{T(t)}$
- D. $\eta(t) = \frac{T(t)}{T(t) - T_{\text{ext}}}$

- **Question 21 :**

Conséquence dynamique de la loi de Bernoulli

Soit un fluide parfait, s'écoulant dans un tube horizontal indéformable selon les critères de la loi de Bernoulli, que se passe-t-il au niveau d'une dilatation, par rapport à la partie en amont dont la section est inférieure.

- A. La vitesse du fluide augmente.
- B. La vitesse du fluide diminue.
- C. La pression du fluide augmente.
- D. La pression du fluide diminue.

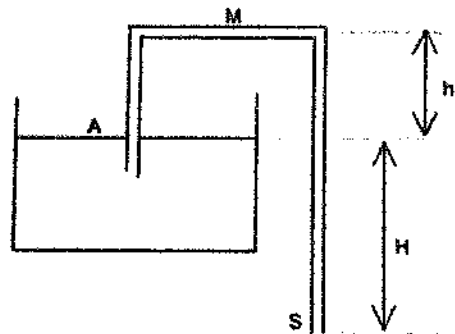
• **Question 22 :**

Etude d'un syphon

Soit un syphon de diamètre d alimenté par un récipient rempli d'eau, de grande dimension par rapport à d et ouvert à l'atmosphère.

Données :

$H = 3,2 \text{ m}$; $h = 1,8 \text{ m}$; $d = 10,0 \text{ mm}$; $P_{\text{atm}} = 1,0 \text{ bar}$; $G = 10 \text{ SI}$



- A. La vitesse de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de 10 m.s^{-1}
- B. La vitesse de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de 8 m.s^{-1}
- C. Le débit de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de $100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- D. Le débit de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de $80 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

• **Question 23 :**

La charge d'un fluide :

- A. Est constante le long d'un conduit si le fluide est parfait, incompressible, avec un débit constant.
- B. Augmente dans le sens de l'écoulement si le fluide est réel, avec une masse volumique constante et un débit constant en régime laminaire.
- C. Diminue dans le sens de l'écoulement proportionnellement au carré de la vitesse, si le fluide est parfait, incompressible, avec un débit constant, dans un tube horizontal.
- D. Est constante en tout point d'un fluide incompressible au repos dans un tube vertical.

• **Question 24 :**

Conservation du débit dans une artère indéformable

V vitesse moyenne, S section de l'artère, ρ masse volumique

- A. $Q = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 = \text{Cte}$
- B. $Q = S \times v = \text{Cte}$
- C. L.min^{-1} , kg.s^{-1} , $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ sont toutes des unités de débit volumique
- D. La conservation du débit n'est vérifiée que si le fluide est incompressible.

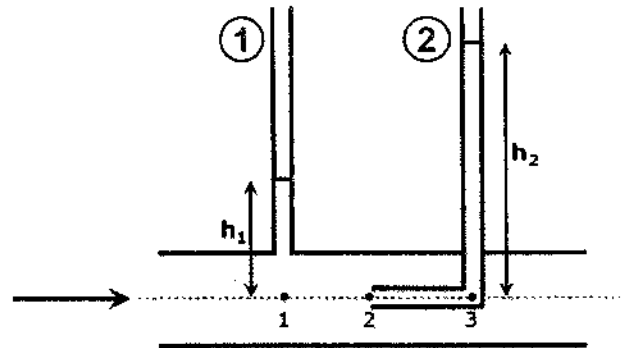
• **Question 25 :**

La sonde de Pitot

Lors d'un écoulement de fluide à vitesse constante, les liquides en 1 et en 2 se stabilisent aux niveaux représentés sur le schéma.

Dans le cas où l'écoulement s'interrompt :

- A. Rien ne change.
- B. Les niveaux 1 et 2 s'équilibrent à un niveau plus élevé que le niveau 2 de départ.
- C. Le niveau 1 s'élève pour rejoindre le niveau 2 stable.
- D. Le niveau 2 s'abaisse pour rejoindre le niveau 1 stable.

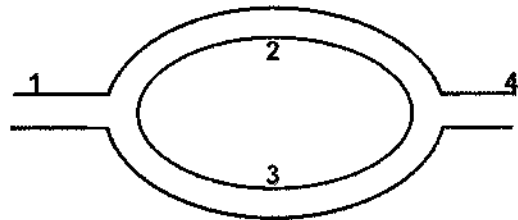


• **Question 26 :**

Écoulement sanguin dans deux artères en parallèle

Soient R_2 et R_3 les résistances hydrauliques des deux artères 2 et 3 de section circulaire, leurs débits étant Q_2 et Q_3 .

Dans les conditions d'application de la loi de Poiseuille, le débit Q_1 étant constant :



- A. $Q_1 = Q_2 + Q_3$.
- B. Soit R la résistance équivalente à l'ensemble des deux artères en parallèle. $R = \frac{R_2}{2} = \frac{R_3}{2}$ si longueurs et sections des deux artères sont identiques.
- C. $R_2 = 2R_3$ si la longueur de l'artère 2 est double de celle de l'artère 3 et les diamètres identiques.
- D. $Q_2 = 2Q_3$ si la longueur de l'artère 2 est la moitié de celle de l'artère 3 et les sections identiques.

• **Question 27 :**

Soit un vaisseau dans lequel circule du sang, fluide réel, en régime permanent.

- A. Si le rayon du vaisseau est divisé par 3, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est multipliée par 9.
- B. Si le rayon du vaisseau est divisé par 3, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est multipliée par 81.
- C. Si la surface de section du vaisseau est divisée par 2, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est divisée par 9.
- D. Si la surface de section du vaisseau est divisée par 3, le débit reste inchangé.

Concernant les questions 28, 29 et 30 ci-dessous

Les conditions de repos et d'exercice modéré chez un sujet normal sont définies par les données suivantes :

	Perte de charge entre ventricule gauche et l'oreillette droite	Débit cardiaque
Repos	100 mm de Hg	6 L / min
Exercice modéré	150 mm de Hg	18 L / min

On donne $1 \text{ mm de Hg} = 130 \text{ Pa}$ et $\eta = 3.10^{-3} \text{ Pa.s}$

• **Question 28 :**

La résistance périphérique totale au repos en unité S.I. est :

- A. $1,3.10^5 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$
- B. $4.10^3 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$
- C. $1,3.10^6 \text{ en } \text{M L}^{-1} \text{ T}^{-4}$
- D. $1,3.10^8 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$

• **Question 29 :**

Quelle est la résistance périphérique totale à l'exercice en unité S.I ?

- A. $4,3.10^7 \text{ en } \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$
- B. $4,3.10^5 \text{ en } \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$
- C. $6,5.10^9 \text{ en } \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$
- D. $6,5.10^7 \text{ en } \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$

• **Question 30 :**

La résistance des capillaires représente 30% de la résistance périphérique totale au repos. En supposant ces capillaires en parallèle entre l'artériole et la veinule, calculer leur nombre, en prenant comme rayon d'un capillaire $4 \mu\text{m}$ et comme longueur de celui-ci 1 mm .

On prendra $\pi \sim 3$

$$R_{\text{capillaire}} = 0,3 R_{\text{repos}} \quad R_{\text{capillaire}} = \frac{8 \cdot \eta \cdot l}{\pi \cdot r^4}$$

- A. 8.10^6
- B. 8.10^{18}
- C. 8.10^8
- D. 8.10^{-8}

Option n°2

Chimie

• **Question 31 :**

On considère une solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3) de concentration $c = 0,1 \text{ mol/L}$

- A. Le pH de cette solution est compris entre 3 et 4.
- B. Le pH de cette solution est compris entre 5 et 6.
- C. Le pH de cette solution est compris entre 9 et 10.
- D. Le pH de cette solution est compris entre 11 et 12.

• **Question 32 :**

L'eau oxygénée H_2O_2 (peroxyde d'hydrogène) peut avoir le comportement d'un oxydant ou d'un réducteur. Les ions Fe^{2+} participent à 2 couples redox : $(\text{Fe}^{2+} / \text{Fe})$ et $(\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+})$.

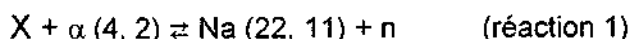
On donne les valeurs du potentiel standard E° des couples redox suivants :

Couple redox	$\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$	$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	$\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$
$E^\circ (\text{V})$	1,77	0,695	- 0,447	0,77

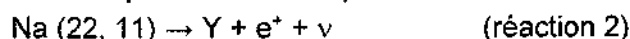
- A. L'oxydation des ions Fe^{2+} en ions Fe^{3+} par H_2O_2 est possible de façon spontanée.
- B. La réduction des ions Fe^{2+} en Fe par l'eau oxygéné est possible de façon spontanée.
- C. L'eau oxygénée ne réagit pas de façon spontanée avec les ions Fe^{3+} .
- D. En milieu acide, la demi-équation du couple redox $(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)$ est $\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$

• **Question 33 :**

En bombardant un atome X par des particules alpha, on obtient un isotope du sodium :



Cet isotope est radioactif β^- +



- A. X est du Néon et Y est du Fluor
- B. X est du Fluor et Y est du Néon
- C. La réaction 1 est provoquée
- D. La réaction 2 est spontanée

• **Question 34 :**

Quels sont les éléments chimiques constitutifs de la matière vivante ?

- A. Hydrogène.
- B. Carbone.
- C. Oxygène.
- D. Azote.

• **Question 35 :**

Parmi les affirmations suivantes sur l'ARN :

- A. L'ARN est l'acide désoxyribonucléique.
- B. L'ARN est monocaténaire.
- C. Son sucre est le désoxyribose et ses bases l'adénine, la guanine, la cytosine et la thymine.
- D. Son sucre est le ribose et ses bases l'adénine, la guanine, la cytosine et l'uracile.

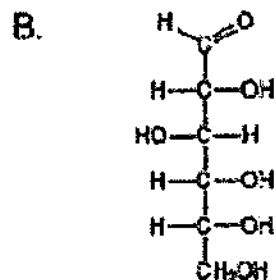
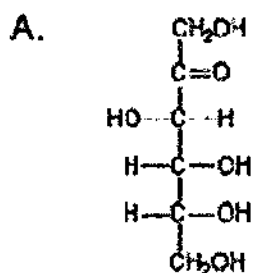
• **Question 36 :**

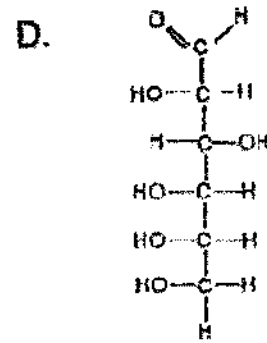
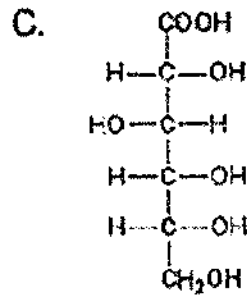
Un aldohexose acyclique

- A. Est un ose réducteur.
- B. Contient une fonction cétone.
- C. Possède 5 groupements OH.
- D. Possède 6 carbones asymétriques.

• **Question 37 :**

La formule linéaire ou formule de Fischer du D-glucose est :





• **Question 38 :**

Un acide aminé :

- A. Possède une fonction amine et une fonction acide carboxylique portées par le même carbone.
- B. Est un constituant de base des lipides.
- C. Possède un radical ou chaîne latérale.
- D. Est un constituant de base des protides.

• **Question 39 :**

Un monosaccharide de la série L

- A. Admet un énantiomère appartenant à la série D.
- B. Possède des carbones asymétriques de configurations absolues inverses de toutes celles observées dans le même saccharide mais de la série D.
- C. Est obligatoirement lévogyre.
- D. Possède au moins un carbone asymétrique.

• **Question 40 :**

La liaison peptidique :

- A. Relie l'extrémité COOH d'un premier acide aminé avec l'extrémité NH₂ d'un deuxième acide aminé.
- B. Se forme par élimination d'une molécule d'eau.
- C. Est de forme : CO-NH.
- D. Est composé de deux formes mésomères.

• **Question 41 :**

L'acide linoléique peut s'écrire : $C_{18}\Delta^{9,12}$. Cela signifie qu'il :

- A. Possède 2 double liaisons.
- B. A 22 carbones.
- C. Est saturé.
- D. A 22 carbones et est insaturé.

• **Question 42 :**

Le point de fusion des acides gras :

- A. Correspond à la température pour laquelle l'acide gras passe de l'état solide à l'état liquide.
- B. Est plus élevé pour des acides gras saturés.
- C. Transforme les doubles liaisons en liaisons simples.
- D. Est plus bas pour des acides gras saturés.

• **Question 43 :**

Les 20 α – aminoacides constituant les principales protéines naturelles

- A. Appartiennent tous à la série L.
- B. Possèdent tous un carbone asymétrique α de configuration absolue S.
- C. Sont tous globalement neutres.
- D. Sont tous chiraux.

• **Question 44 :**

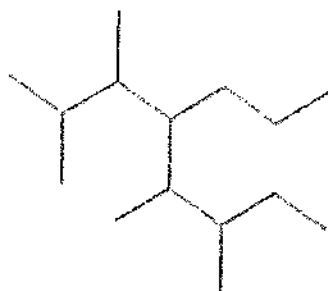
Le pH au point isoélectrique de la thréonine vaut 5,6.

Pour cet aminoacide $pK_{a1} = 2,63$ et $pK_{a2} = 10,43$

- A. A pH = 5,6, la thréonine se trouve sous forme zwitterionique.
- B. A pH = 3,0, la thréonine se trouve sous sa forme cationique.
- C. A pH = pK_{a1} , la thréonine se trouve à 50% de forme zwitterionique et 50% de forme cationique ($-NH_3^+$)
- D. A pH = pK_{a2} , la thréonine se trouve à 50% de forme zwitterionique et 50% de forme anionique ($-CO_2^-$).

• **Question 45 :**

Concernant la molécule suivante :



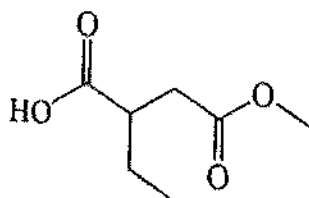
- A. 2,3,5,6-tétraméthyl-4-propyloctane.
- B. 3,4,6,7-tétraméthyl-5-propylheptane.
- C. 2,3,5,6-tétraméthyl-4-propylheptane.
- D. 2,3-diméthyl-5-(1,2-diméthylpropyl)heptane.

• **Question 46 :**

- A. Méthylcyclohex-3-ène.
- B. 5-méthylcyclohexène.
- C. 4-méthylcyclohexène.
- D. Méthylcyclohexène.



• **Question 47 :**



- A. Acide 2-éthyl-3-méthoxycarbonylpropanoïque.
- B. 4-carboxy-3-éthylpropanoate de méthyle.
- C. 3-carboxypentanoate de méthyle.
- D. Acide 2-éthyl-3-méthoxycarbonylbutanoïque.

• **Question 48 :**

Les alcanes

- A. Sont des hydrocarbures.
- B. Peuvent présenter des chaînes carbonées linéaires, ramifiées ou cycliques.
- C. Ont pour formule générale C_nH_{2n+2}
- D. Ont pour formule générale C_nH_{2n+2} seulement si leur chaîne carbonée est linéaire.

• **Question 49 :**

Les deux alcènes suivants :



- A. Présentent la même stabilité thermodynamique.
- B. A est plus stable que B.
- C. Présentent les mêmes spectres RMN 1H
- D. Absorbent dans l'ultraviolet.

• **Question 50 :**

A propos de la règle de Markovnikov et concernant l'addition de AH sur un alcène dissymétrique

- A. « L'hydrogène se fixe sur le carbone le plus substitué ».
- B. La règle permet de prévoir la stéréosélectivité de la réaction.
- C. La règle empirique
- D. La règle permet de prévoir la régiosélectivité de la réaction.



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION,
DE LA MODERNISATION
DE L'ADMINISTRATION,
en charge du numérique

DIRECTION GÉNÉRALE
DES RESSOURCES HUMAINES

CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

DEUXIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Physique Chimie appliquée – option résistance des matériaux

SUJET PRINCIPAL

Mardi 11 avril 2023

(Durée : 3 heures – coefficient 3)

Le sujet comporte 20 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Partie Physique
Option n°1 - Résistance des matériaux

Cette épreuve comporte 50 questions

Tout dispositif électronique est INTERDIT (en particulier la calculatrice).

CONSIGNES

Cette épreuve comporte 2 parties indépendantes :

Partie 1 : questions de 1 à 30

Partie 2 : questions de 31 à 50

Chaque question comporte au plus 3 réponses.

A chaque question numérotée de 1 à 50, correspond sur la feuille « GRILLE DES REPONSES » une ligne.

Chaque ligne comporte 4 cases A, B, C, D.

Les cases A, B, C, D correspondent à 4 propositions.

BAREME

Aucune erreur = 1 point

Une erreur (réponse erronée cochée ou une réponse exacte non cochée) = 0,5 points.

Plus d'une erreur = 0 point

Aucune réponse cochée = 0 point

En cas de doute sur la réponse du candidat à une question, la question sera notée 0 point.

Une erreur est définie par une proposition exacte non cochée ou une proposition fausse cochée parmi les items A, B, C, D.

La somme des points sur 50 est ensuite reportée à une note sur 20.

Constantes physiques et aides aux calculs :

Célérité de la lumière : $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Accélération de gravité : $G = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Charge élémentaire (conversion joules en électronvolts) : $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Masse de l'électron : $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Viscosité de l'eau

$$\eta = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Masse volumique de l'eau

$$\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \text{ et } \pi = 3$$

Equation de Bernoulli

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{Cte}$$

Loi de Poiseuille

$$Q = \frac{\pi r^4}{8\eta} \frac{\Delta p}{\Delta x}$$

Nombre de Reynolds

$$R_e = \frac{2\rho V_{\text{moy}} r}{\eta}$$

Loi de Laplace dans une artère cylindrique

$$T = P \cdot r$$

$\text{Log}(0,1)=-1$; $\text{Log}(2) = 0,3$; $\text{Log}(3) = 0,5$; $\text{Log}(5) = 0,7$

$\text{Ln}(1)=0$; $\text{Ln}(2)=0,7$; $\text{ln}(3)=1,1$; $\text{ln}(5)=1,6$; $\text{ln}(7)=1,9$

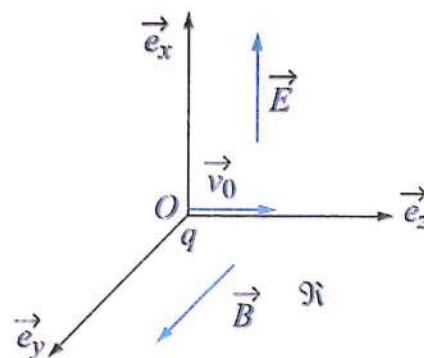
Concernant les questions 1 à 6

Électron dans un champ électrique et magnétique

Un électron de charge $q \approx -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et de masse $m \approx 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, assimilé à un point matériel M , évolue dans le référentiel du laboratoire $\mathcal{R}$ supposé galiléen et muni d'un repère cartésien $\{O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$ sous l'action d'un champ électrique $\vec{E} = E \cdot \vec{e}_x$ et d'un champ magnétique $\vec{B} = B \cdot \vec{e}_y$, tous deux uniformes et stationnaires.

On désigne par x, y et z les coordonnées de M dans $\mathcal{R}$, et par $\vec{v}_0 = v_0 \cdot \vec{e}_z$ la vitesse initiale de M telle que $v_0 = 500 \text{ km/s}$ (figure ci-contre).

On place en $z_0 = 10 \text{ cm}$ un écran d'observation Π parallèle au plan $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$ destiné à intercepter M .



• **Question 1 :**

Dans le cas particulier où $B = 0$, et $E = 0 \text{ V.m}^{-1}$, déterminer l'abscisse x_e de M sur E .

- A. $x_e = 7,2 \text{ mm}$
- B. $x_e = 3,5 \text{ mm}$
- C. $x_e = -3,5 \text{ mm}$
- D. $x_e = -7 \text{ mm}$

• **Question 2 :**

Dans le cas particulier où $E = 10 \text{ V.m}^{-1}$, et $B = 10^{-5} \text{ T}$, la trajectoire est un cercle de rayon R . Calculer R .

- A. $R = 10,9 \text{ cm}$
- B. $R = 13,8 \text{ cm}$
- C. $R = 15,1 \text{ cm}$
- D. $R = 28,4 \text{ cm}$

• **Question 3 :**

Que vaut l'abscisse x_m de M sur Π ?

- A. $x_m = 1,8 \text{ cm}$
- B. $x_m = 3,8 \text{ cm}$
- C. $x_m = -4,3 \text{ cm}$
- D. $x_m = 6,6 \text{ cm}$

- **Question 4 :**

En supposant que $E = 1 \text{ kV.m}^{-1}$, déterminer B afin que le mouvement de M soit rectiligne et uniforme.

- A. $B = 2 \text{ T}$
- B. $B = 2 \text{ mT}$
- C. $B = -4 \text{ mT}$
- D. $B = -200 \text{ mT}$

- **Question 5 :**

On suppose E et B non nuls et on pose $\omega_c = \frac{qB}{m}$. L'équation différentielle d'évolution de l'abscisse x de M s'écrit sous la forme $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_c^2 x = a$, a est une constante indépendante du temps. Déterminer a .

- A. $a = \frac{q}{m} (E + Bv_0)$
- B. $a = -\frac{q}{m} (E + Bv_0)$
- C. $a = \frac{q}{m} (Bv_0 - E)$
- D. $a = \frac{q}{m} (E - Bv_0)$

- **Question 6 :**

On suppose $B = \frac{2E}{v_0}$. Exprimer $x(t)$

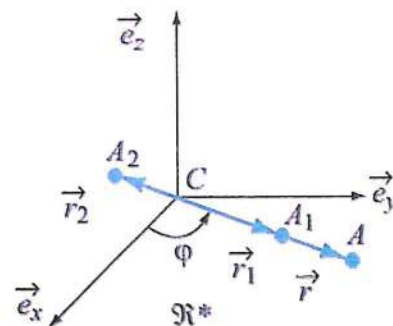
- A. $x(t) = -\frac{mE}{qB^2} [1 + \cos(\omega_c t)]$
- B. $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [\cos(\omega_c t) - 1]$
- C. $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [1 - \cos(\omega_c t)]$
- D. $x(t) = \frac{mE}{qB^2} [1 + \cos(\omega_c t)]$

Concernant les questions 7 à 9

Interaction gravitationnelle

Deux corps assimilés à des points matériels A_1 et A_2 , de masses respectives m_1 et m_2 , évoluent librement du reste de l'univers sous la seule action des forces de gravitation qu'elles exercent l'une sur l'autre. On note C le centre de masse du système, $\vec{r}_1 = \overrightarrow{CA_1}$ et $\vec{r}_2 = \overrightarrow{CA_2}$, les rayons vecteurs des deux corps et $G \approx 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI la constante de gravitation universelle.

Ce problème à deux corps se réduit, dans le référentiel galiléen $\mathcal{R}^*$ du centre de masse, à l'étude du mouvement d'un point matériel fictif A de masse μ , de rayon vecteur $\vec{r}_1 = \overrightarrow{CA} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ (cf. figure ci-contre), soumis à la force
$$F_g = -\frac{Gm_1m_2\vec{r}}{||\vec{r}||^3}$$



• Question 7 :

Exprimer μ en fonction de m_1 et m_2 .

- A. $\mu = m_1 + m_2$
- B. $\mu = \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)^{-1}$
- C. $\mu = (m_1 m_2)^{\frac{1}{2}}$
- D. $\mu = \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2}\right)^{-1}$

• Question 8 :

Quels sont, au cours du mouvement de A , les grandeurs conservatives ?

- A. L'énergie mécanique de A .
- B. L'énergie potentielle de A .
- C. L'énergie cinétique de A .
- D. Le moment cinétique de A en C .

• Question 9 :

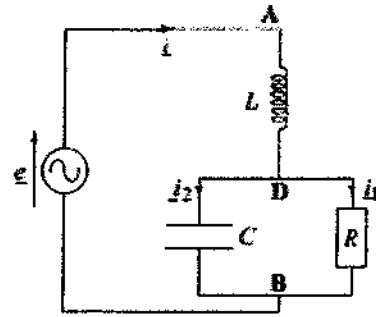
Le référentiel $\mathcal{R}^*$ est muni du repère cartésien $\{C, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$, le mouvement de A s'effectue dans le plan $(C, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$. On désigne respectivement par $r = ||\vec{r}||$ et $\varphi(\vec{e}_x, \vec{r})$ la coordonnée radiale et l'angle orienté du système de coordonnées polaires. Exprimer l'énergie mécanique E_m de A .

- A. $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- B. $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r}$
- C. $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2\right] - \frac{Gm_1m_2}{r}$
- D. $E_m = \frac{1}{2}\mu\left[\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d^2\varphi}{dt^2}\right)^2\right] + \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

Concernant les questions 10 à 15**Régime sinusoïdal forcé**

Le dipôle AB représente sur le schéma de la figure ci-contre est alimenté par une source tension parfaite de force électromotrice instantanée :

$$e(t) = E_0 \cdot \sin(\omega t)$$



- **Question 10 :**

Exprimer L en fonction de R , C et ω pour que le dipôle AB soit équivalent à une résistance pure R_{eq} .

- A. $L = \frac{RC\omega}{1+R^2C^2\omega^2}$
- B. $L = \frac{R^2C}{1+RC\omega}$
- C. $L = \frac{R^2C}{1+R^2C^2\omega^2}$
- D. $L = \frac{RC\omega}{1-RC\omega}$

- **Question 11:**

Calculer sachant que $R = 100 \, \Omega$, $C = \frac{100}{3} \, \mu F$ et $\omega = 400 \, \text{rad} \cdot s^{-1}$

- A. $L = 120 \, mH$
- B. $L = 200 \, mH$
- C. $L = 50 \, mH$
- D. $L = 37 \, mH$

- **Question 12 :**

La valeur efficace de la force électromotrice du générateur vaut $E_0 = 180 \, V$.

Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant I dans la bobine.

- A. $I = 1,2 \, A$
- B. $I = 3,7 \, A$
- C. $I = 4,2 \, A$
- D. $I = 5 \, A$

- **Question 13 :**

Calculer les valeurs efficaces U_{AD} et U_{DB} des différences de potentiel u_{AD} et u_{DB} .

- A. $U_{AD} = 100 \, V$ et $U_{DB} = 250 \, V$
- B. $U_{AD} = 45 \, V$ et $U_{DB} = 135 \, V$
- C. $U_{AD} = 240 \, V$ et $U_{DB} = 300 \, V$
- D. $U_{AD} = 180 \, V$ et $U_{DB} = 45 \, V$

• **Question 14 :**

Calculer les valeurs efficaces I_1 et I_2 des intensités des courants circulants respectivement dans la résistance et dans le condensateur.

- A. $I_1 = 1 \text{ A}$ et $I_2 = 4 \text{ A}$
- B. $I_1 = 3 \text{ A}$ et $I_2 = 4 \text{ A}$
- C. $I_1 = 2 \text{ A}$ et $I_2 = 7 \text{ A}$
- D. $I_1 = 7 \text{ A}$ et $I_2 = 2 \text{ A}$

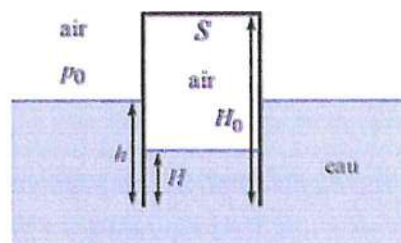
• **Question 15 :**

Calculer la puissance moyenne P , consommée sur une période par le dipôle AB.

- A. $P = 1\,200 \text{ W}$
- B. $P = 120 \text{ W}$
- C. $P = 75 \text{ W}$
- D. $P = 900 \text{ W}$

Concernant les questions 16 à 18

Une cloche cylindrique de masse m , dont l'épaisseur des parois est négligeable, est renversée puis plongée verticalement dans une cuve remplie d'eau. On désigne respectivement par S et H_0 la section et la hauteur du cylindre, par ρ la masse volumique de l'eau et par p_0 la pression atmosphérique extérieure. La cloche s'enfonce dans le liquide en emprisonnant un volume d'air initial égal à son volume intérieur (cf. figure ci-dessous). La répartition de la masse de la cloche est telle que, dans son état d'équilibre final, elle flotte en restant verticale.



On négligera la masse volumique de l'air devant celle de l'eau et l'on supposera que la pression de l'air (que l'on assimilera à un gaz parfait) à l'intérieur du récipient est uniforme.

• **Question 16 :**

Exprimer la hauteur h de la partie immergée du récipient.

- A. $h = \frac{mg}{mg + p_0 S} H_0$
- B. $h = \frac{m}{\rho S} + \frac{mg}{mg + p_0 S} H_0$
- C. $h = H_0 - \frac{m}{\rho S}$
- D. $h = \frac{mg + p_0 S}{mg} H_0 - \frac{m}{\rho S}$

• **Question 17 :**

Exprimer le volume V_1 de l'air emprisonné dans la cloche.

- A. $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg + p_0 S} H_0$
- B. $V_1 = \frac{mg + p_0 S}{p_0 S^2} H_0$
- C. $V_1 = \frac{p_0 S^2}{mg} H_0$
- D. $V_1 = \frac{mg}{p_0 S^2} H_0$

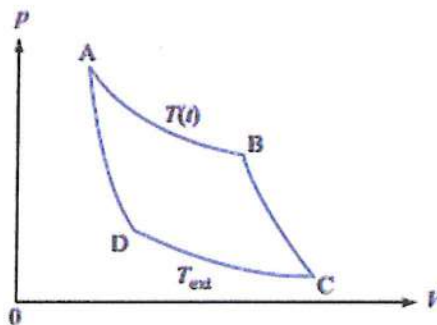
• **Question 18 :**

Calculer la pression p_1 de l'air dans la cloche

- A. $p_1 = p_0 + \rho gh$
- B. $p_1 = p_0 + \rho g H_0$
- C. $p_1 = \rho gh(H_0 - h)$
- D. $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$

Concernant les questions 19 à 20

Le fluide d'une pompe à chaleur décrit de façon réversible un cycle de Carnot constitué de deux évolutions adiabatiques AD et BC et de deux évolutions isothermes AB et DC (cf. le diagramme p (pression), V (volume) représenté sur la figure ci-dessous).



Au cours de chaque évolution isotherme AB , le système échange la quantité de chaleur δQ_c avec une source chaude constituée par l'air ambiant d'une pièce de capacité thermique totale C que l'on désire chauffer. La température de la pièce à l'instant t est notée $T(t)$.

Au cours de chaque évolution isotherme DC , le système échange la quantité de chaleur δQ_f avec une source froide constituée par l'air extérieur à la pièce dont la température constante est notée T_{ext} .

On peut considérer que la température $T(t)$ de la source chaude reste constante au cours d'un cycle (de durée dt) et qu'elle augmente de dT à chaque cycle. On désigne par P la puissance mécanique totale constante fournie au système.

- **Question 19 :**

Pour que la machine fonctionne en pompe à chaleur qui réchauffe la pièce,

- A. il faut que le cycle soit décrit dans le sens ADCBA.
- B. il faut que le cycle soit décrit dans le sens ABCDA.
- C. le sens du cycle n'a pas d'importance.
- D. on doit nécessairement avoir : $T(0) > T_{\text{ext}}$.

- **Question 20 :**

L'efficacité thermique $\eta(t) = \frac{\delta Q_c}{\delta W}$, où δW est le travail total échangé au cours d'un cycle. Exprimer $\eta(t)$.

- A. $\eta(t) = \frac{T_{\text{ext}}}{T(t) - T_{\text{ext}}}$
- B. $\eta(t) = \frac{T(t)}{T_{\text{ext}}}$
- C. $\eta(t) = \frac{T(t) - T_{\text{ext}}}{T(t)}$
- D. $\eta(t) = \frac{T(t)}{T(t) - T_{\text{ext}}}$

- **Question 21 :**

Conséquence dynamique de la loi de Bernoulli

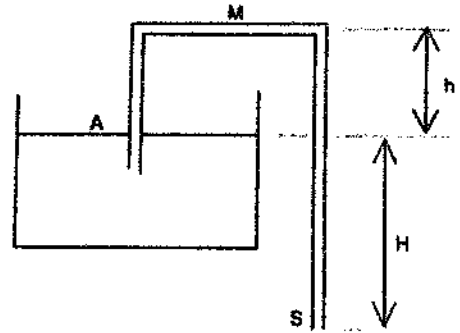
Soit un fluide parfait, s'écoulant dans un tube horizontal indéformable selon les critères de la loi de Bernoulli, que se passe-t-il au niveau d'une dilatation, par rapport à la partie en amont dont la section est inférieure.

- A. La vitesse du fluide augmente.
- B. La vitesse du fluide diminue.
- C. La pression du fluide augmente.
- D. La pression du fluide diminue.

• **Question 22 :**

Etude d'un syphon

Soit un syphon de diamètre d alimenté par un récipient rempli d'eau, de grande dimension par rapport à d et ouvert à l'atmosphère.



Données :

$H = 3,2 \text{ m}$; $h = 1,8 \text{ m}$; $d = 10,0 \text{ mm}$; $P_{\text{atm}} = 1,0 \text{ bar}$; $G = 10 \text{ SI}$

- A. La vitesse de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de 10 m.s^{-1}
- B. La vitesse de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de 8 m.s^{-1}
- C. Le débit de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de $100 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$
- D. Le débit de l'eau à la sortie du tuyau de siphonage est de $80 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$

• **Question 23 :**

La charge d'un fluide :

- A. Est constante le long d'un conduit si le fluide est parfait, incompressible, avec un débit constant.
- B. Augmente dans le sens de l'écoulement si le fluide est réel, avec une masse volumique constante et un débit constant en régime laminaire.
- C. Diminue dans le sens de l'écoulement proportionnellement au carré de la vitesse, si le fluide est parfait, incompressible, avec un débit constant, dans un tube horizontal.
- D. Est constante en tout point d'un fluide incompressible au repos dans un tube vertical.

• **Question 24 :**

Conservation du débit dans une artère indéformable

V vitesse moyenne, S section de l'artère, ρ masse volumique

- A. $Q = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 = \text{Cte}$
- B. $Q = S \times v = \text{Cte}$
- C. L.min^{-1} , kg.s^{-1} , $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ sont toutes des unités de débit volumique
- D. La conservation du débit n'est vérifiée que si le fluide est incompressible.

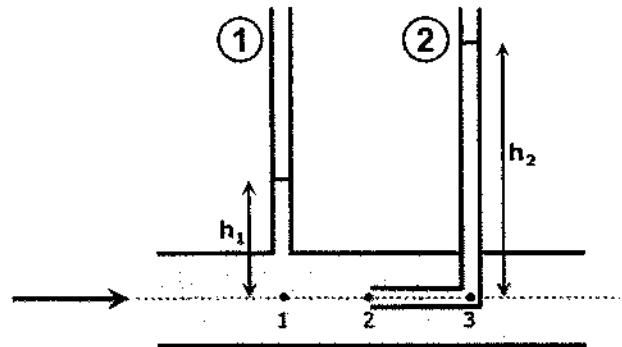
• **Question 25 :**

La sonde de Pitot

Lors d'un écoulement de fluide à vitesse constante, les liquides en 1 et en 2 se stabilisent aux niveaux représentés sur le schéma.

Dans le cas où l'écoulement s'interrompt :

- A. Rien ne change.
- B. Les niveaux 1 et 2 s'équilibrent à un niveau plus élevé que le niveau 2 de départ.
- C. Le niveau 1 s'élève pour rejoindre le niveau 2 stable.
- D. Le niveau 2 s'abaisse pour rejoindre le niveau 1 stable.

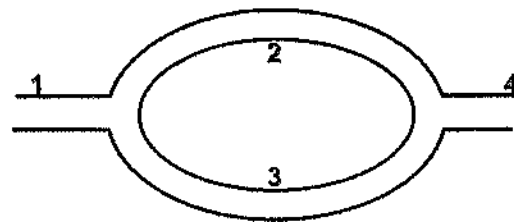


• **Question 26 :**

Écoulement sanguin dans deux artères en parallèle

Soient R_2 et R_3 les résistances hydrauliques des deux artères 2 et 3 de section circulaire, leurs débits étant Q_2 et Q_3 .

Dans les conditions d'application de la loi de Poiseuille, le débit Q_1 étant constant :



- A. $Q_1 = Q_2 + Q_3$.
- B. Soit R la résistance équivalente à l'ensemble des deux artères en parallèle. $R = \frac{R_2}{2} = \frac{R_3}{2}$ si longueurs et sections des deux artères sont identiques.
- C. $R_2 = 2R_3$ si la longueur de l'artère 2 est double de celle de l'artère 3 et les diamètres identiques.
- D. $Q_2 = 2Q_3$ si la longueur de l'artère 2 est la moitié de celle de l'artère 3 et les sections identiques.

• **Question 27 :**

Soit un vaisseau dans lequel circule du sang, fluide réel, en régime permanent.

- A. Si le rayon du vaisseau est divisé par 3, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est multipliée par 9.
- B. Si le rayon du vaisseau est divisé par 3, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est multipliée par 81.
- C. Si la surface de section du vaisseau est divisée par 2, la résistance à l'écoulement par unité de longueur du conduit est divisée par 9.
- D. Si la surface de section du vaisseau est divisée par 3, le débit reste inchangé.

Concernant les questions 28, 29 et 30 ci-dessous

Les conditions de repos et d'exercice modéré chez un sujet normal sont définies par les données suivantes :

	Perte de charge entre ventricule gauche et l'oreillette droite	Débit cardiaque
Repos	100 mm de Hg	6 L / min
Exercice modéré	150 mm de Hg	18 L / min

On donne $1 \text{ mm de Hg} = 130 \text{ Pa}$ et $\eta = 3.10^{-3} \text{ Pa.s}$

• **Question 28 :**

La résistance périphérique totale au repos en unité S.I. est :

- A. $1,3.10^5 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$
- B. $4.10^3 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$
- C. $1,3.10^6 \text{ en } \text{M L}^{-1} \text{ T}^{-4}$
- D. $1,3.10^8 \text{ en } \text{M L}^{-4} \text{ T}^{-1}$

• **Question 29 :**

Quelle est la résistance périphérique totale à l'exercice en unité S.I ?

- A. $4,3.10^7 \text{ en } \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$
- B. $4,3.10^5 \text{ en } \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$
- C. $6,5.10^9 \text{ en } \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$
- D. $6,5.10^7 \text{ en } \text{kg.m}^{-4}.\text{s}^{-1}$

• **Question 30 :**

La résistance des capillaires représente 30% de la résistance périphérique totale au repos. En supposant ces capillaires en parallèle entre l'artériole et la veinule, calculer leur nombre, en prenant comme rayon d'un capillaire $4 \mu\text{m}$ et comme longueur de celui-ci 1 mm .

On prendra $\pi \sim 3$

$$R_{\text{capillaire}} = 0,3 R_{\text{repos}} \quad R_{\text{capillaire}} = \frac{8 \cdot \eta \cdot l}{\pi \cdot r^4}$$

- A. 8.10^6
- B. 8.10^{18}
- C. 8.10^8
- D. 8.10^{-8}

Option n°1

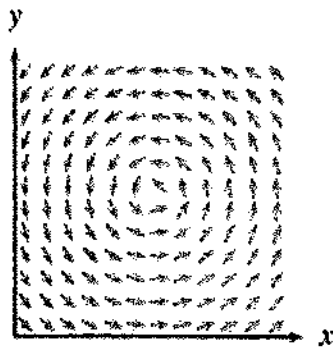
Résistance des matériaux

Les tables sont données en annexe 1 – Module de Young et limite de résistances.

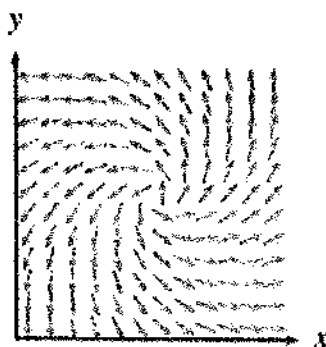
• **Question 31 :**

Les figures ci-dessous représentent les cartes de champ d'un écoulement stationnaire et bidimensionnel.

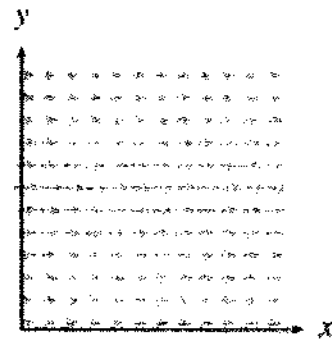
Quels sont les écoulements tourbillonnaires ?



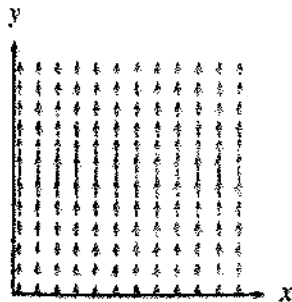
(a)



(b)



(c)



(d)

• **Question 32 :**

Les risques de fracture sont plus élevés quand on tombe sur un sol dur

- A - La variation de la quantité de mouvement en arrivant sur le sol est plus importante.
- B - La durée de l'impact est plus courte.
- C - Le module de Young change.
- D - Cette affirmation est fausse.

• **Question 33 :**

Un bloc rectangulaire de gélatine a respectivement une hauteur, une largeur et une longueur de 4 cm, 8cm et 10 cm. Ce bloc est soumis à une force de cisaillement de 0,4 N appliquée parallèlement à sa face supérieure. Si la surface supérieure est déplacée de 0,3 mm par rapport à la surface inférieure, quel est le module de cisaillement de la gélatine ?

- A - 2 000 N.m⁻²
- B - 6 667 N.m⁻²
- C - 0,00015 N.m⁻²
- D - 50 N.m⁻²

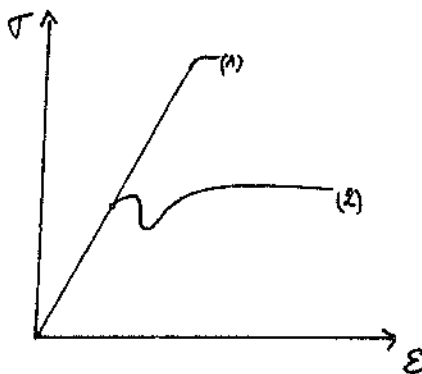
• **Question 34 :**

Un câble de 130 cm de long et de 2 mm de diamètre est soumis à une force de traction de 600 N. Sa longueur finale est de 130,26 cm. Quel est le module de Young du matériau qui constitue le câble ?

- A - $95,5 \times 10^9$ N.m⁻²
- B - 10 N.m⁻²
- C - 24×10^9 N.m⁻²
- D - $1,91 \times 10^8$ N.m⁻²

• **Question 35 :**

La figure ci-dessous donne le graphique de σ en fonction de ε pour deux matériaux différents. Que peut-on dire de leurs modules de Young ?



- A - Le module de Young de (2) est plus grand que celui de (1)
- B - Ils sont identiques.
- C - Le module de Young de (1) est plus grand que celui de (2).
- D - Pas assez d'éléments pour répondre.

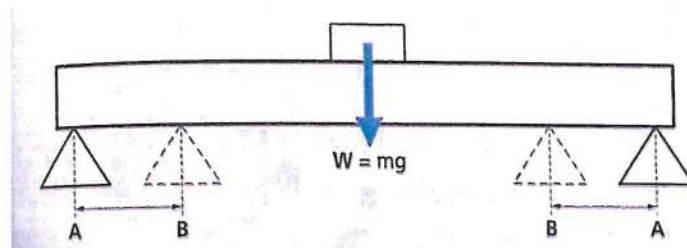
• **Question 36 :**

Deux tubes creux constitués de la même matière ont des parois de même épaisseur. Le premier a un rayon de même épaisseur. Le premier a un rayon double du second. Comparer les flexions de ces tubes sous l'effet d'une charge (c'est-à-dire une force) appliquée au même endroit.

- A - Le premier tube fléchit plus que le second.
- B - La flexion est identique.
- C - Le second tube fléchit plus que le premier.
- D - Pas assez d'élément pour répondre.

• **Question 37 :**

Comment varie la flexion de la poutre de la figure ci-dessous lorsque les points d'appui sont déplacés de B en A.



- A - Elle diminue car le bras de levier de la charge W par rapport aux points d'appuis est augmenté.
- B - Elle augmente car le moment responsable de la flexion augmente.
- C - Elle ne varie pas car la charge porte étant identique.
- D - Pas assez d'éléments pour répondre.

• **Question 38 :**

Un sportif de masse 50 kg court et tombe sur une main avec le bras tendu. Quelle est la vitesse minimum du coureur qui peut causer une fracture de l'os du bras ? La durée de l'impact est de 10^{-2} secondes et la section de l'os est de 4 cm^2 .

- A - $13,6 \text{ m.s}^{-1}$
- B - 8 m.s^{-1}
- C - $1,36 \text{ m.s}^{-1}$
- D - 2 m.s^{-1}

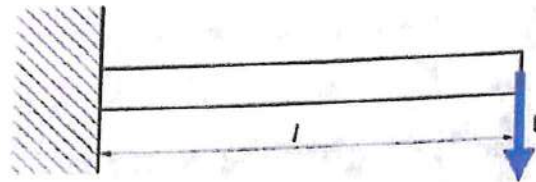
• **Question 39 :**

Calculer l'allongement relatif de l'humérus lorsqu'un homme de 70 kg se suspend à une barre fixe. On admettra que l'humérus est un os cylindrique creux de diamètres externe et interne de 3 et de 2 cm.

- A - 10^{-5}
- B - $5,5 \times 10^{-5}$
- C - 2×10^{-5}
- D - 10^{-3}

• **Question 40 :**

Une poutre est encastrée dans un mur à une de ses extrémités. Comment varie la flexion de la poutre quand on double la distance l entre le point d'application de la charge F et le point d'encastrement ?



- A - Elle augmente.
- B - Elle diminue.
- C - Elle reste identique.
- D - Cela dépend du matériau qui constitue la barre.

• **Question 41 :**

Lors de l'ouverture d'une bouteille de champagne, le bouchon de 12 g et de section moyenne de 2 cm^2 est tiré horizontalement vers un mur. Il touche le mur à la vitesse de 10 m/s et repart dans l'autre sens à la même vitesse. La durée de l'impact est de 10^{-4} s . Le module de Young du liège est de $20 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$. Quelle est la déformation relative du bouchon lors du choc ?

- A - 6×10^{-4}
- B - 3×10^{-4}
- C - 6×10^{-1}
- D - 3×10^{-1}

• **Question 42 :**

Deux tubes creux de même masse, constitués du même matériau, ont des parois de même épaisseur. Le premier a un rayon double du second. Les deux tubes sont posés horizontalement. Comparer les compressions de ces tubes sous l'effet d'une force horizontale identique appliquée aux extrémités de chacun des tubes.

- A - L'écrasement relatif est plus important pour le tube le plus large.
- B - L'écrasement relatif est plus important pour le tube le plus étroit.
- C - La compression sur chacun des tubes est nulle.
- D - La compression (non nulle) des deux tubes est identique.

• **Question 43 :**

Malheureusement, la dureté de fixation des skis de Moana est trop élevée. Lors d'une chute, son ski reste donc accroché à sa bottine malgré une force de 105 N exercée à 0,8 m de la cheville et perpendiculaire au ski. Quel sera l'angle de torsion du tibia de Judith ?

Données : Section du tibia $A = 3.10^{-4} \text{ m}^2$; la longueur du tibia $l = 0,35 \text{ m}$; $G_{\text{cis}} = 3,5.10^9 \text{ N/m}^2$

- A. $1,5.10^{-6} \text{ rad}$
- B. 0,0005 rad.
- C. 0,001 rad.
- D. 1,7 rad.

• **Question 44 :**

On applique une force de traction de 100 N à l'extrémité d'une barre qui a une section droite de $0,1 \text{ m}^2$. Quel est l'effort σ dans la barre ?

- A. $2\,000 \text{ N.m}^{-2}$
- B. $1\,000 \text{ N.m}^{-2}$
- C. 500 N.m^{-2}
- D. 1500 N.m^{-2}

• **Question 45 :**

Un effort de traction de $2 \times 10^6 \text{ N.m}^{-2}$ est exercée sur une barre qui a une section droite de $0,05 \text{ m}^2$. Que vaut la force appliquée ?

- A - 4.10^7 N
- B - 2.10^7 N
- C - 1.10^5 N
- D - 3.10^5 N

• **Question 46 :**

Un tuyau de 0,4 m de long est soumis à un effort de compression, ce qui réduit sa longueur de 0,005 m.

Que vaut la déformation ϵ ?

- A - $2,0.10^{-3}$
- B - 0,0125
- C - $1,25.10^{-3}$
- D - 0,002

• **Question 47 :**

On assimile la jambe d'une personne à une barre osseuse de 1,2 m de long. Si la déformation est de $1,3 \times 10^{-4}$ lorsque la personne est debout, de quelle longueur la jambe est-elle raccourcie ?

- A - $1,08.10^{-4}$ m
- B - $1,56.10^{-4}$ m
- C - $1,30.10^{-4}$ m
- D - $1,56.10^{-3}$ m

Concernant les questions 48 et 49

Un fil d'aluminium a une longueur de 20 m et un rayon de 2 mm. La limite linéaire pour l'aluminium est de $0,6 \times 10^8 \text{ N.m}^{-2}$.

• **Question 48 :**

Quelle force de traction faut-il exercer pour étirer le fil jusqu'à la limite linéaire ?

- A - 754 N.
- B - $1,88.10^8$ N
- C - $3,77.10^5$ N
- D - $4,71.10^{13}$ N

• **Question 49 :**

Quel est l'allongement du fil lorsque cette force s'exerce sur le fil ?

- A - $4.28.10^{-5}$ m
- B - 0,0171 m
- C - $1,71.10^{-5}$ m
- D - 0,0428 m

• **Question 50 :**

Si la section droite d'un fémur humain a une valeur minimum de $6,45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

On donne $\sigma = 12 \times 10^7 \text{ N/m}^2$

Quelle force de traction provoquera la fracture ?

- A - 18 604 N
- B - 77 400 N
- C - 97 604 N
- D - 28 400 N

ANNEXE 1

OPTION n°1 RESISTANCE DES MATERIAUX

Matériau	Module de Young E	Limite de résistance à la traction, σ_t	Limite de résistance à la compression, σ_c
Aluminium	7×10^{10}	2×10^8	
Acier	20×10^{10}	5×10^8	
Brique	2×10^{10}	4×10^7	
Verre	7×10^{10}	5×10^7	11×10^8
Os (suivant l'axe)			
Traction	$1,6 \times 10^{10}$	12×10^7	
Compression	$0,9 \times 10^{10}$		17×10^7
Bois dur	10^{10}		10^8
Tendon	2×10^7		
Caoutchouc	10^6		
Vaisseaux sanguins	2×10^5		

Matériau	Module de cisaillement, G
Aluminium	$2,4 \times 10^{10}$
Os (long)	10^{10}
Cuivre	$4,2 \times 10^{10}$
Verre	$2,3 \times 10^{10}$
Bois dur	10^{10}
Acier	$8,4 \times 10^{10}$
Tungstène	$11,4 \times 10^{10}$

Os	Moment correspondant à la fracture (N m)	Angle de torsion à la fracture
Jambe		
Fémur	140	$1,5^\circ$
Tibia	100	$3,4^\circ$
Péroné	12	$35,7^\circ$
Bras		
Humérus	60	$5,9^\circ$
Radius	20	$15,4^\circ$
Cubitus	20	$15,2^\circ$



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION,
DE LA MODERNISATION
DE L'ADMINISTRATION,
en charge du numérique

DIRECTION GÉNÉRALE
DES RESSOURCES HUMAINES

CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

CINQUIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

L'établissement d'un projet ou étude portant sur la spécialité
agronomie

SUJET PRINCIPAL

Jeudi 13 avril 2023

(Durée : 5 heures – coefficient 3)

Le sujet comporte 33 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Un nouvel insecte ravageur vient d'être introduit en Polynésie et cause d'immenses dégâts sur les cultures fruitières.

Vous êtes chargé de présenter un programme complet de lutte et d'éradication de ce fléau.

Liste de documents :

Annexe I –

- Une nostalgie sans perspective. *Extrait de l'article de Laurent Garret du 15/03/23 dans Marianne n°1356 - L'agriculture française de 2023 – 1 page*
- Les objectifs de développement durable dans le Pacifique et en Polynésie française pour les années à venir. *Extrait de la gazette des objectifs de développement durable - newsletter n°9 - février 2023 - Forum du Pacifique Sud - Nations Unies – 1 page*
- La politique du développement agricole du gouvernement de la Polynésie Française est le développement de la souveraineté alimentaire. *Extrait du document de la politique agricole polynésienne, 2002 – 1 page*

Annexe II –

- Les caractéristiques géographiques et physiques de la Polynésie française dans le bassin pacifique. *Extrait tiré de l'Atlas de Tahiti et de la Polynésie Française - Les éditions du Pacifique - Times édition 1988 – 3 pages*
- Régimes et les répartitions pluviométriques de Tahiti - *Extrait de l'Atlas climatologique de la Polynésie française, 2019. – 2 pages*

Annexe III

- Le relief et les sols des îles polynésiennes. *Extrait du document de Jamet R. - Carte pédologique de la Polynésie Française - ORSTOM 1983 – 1 page*
- Les sols. *Extrait du document de Jamet R. - Aptitudes culturales des sols de la Polynésie Française - ORSTOM 1985 – 1 page*
- Le sol et la production végétale. *Extrait du document de M. Dosso - CNEARC - Mémento de l'agronome - 1984 - Ministère des relations extérieures pour la coopération et le développement – Paris – 2 pages*

Annexe IV

- Assolement et rotation des cultures. *Extrait du document de l'Agence française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique - Journée Européenne du Bio 2022 – 1 page*

- L'aménagement des zones agricoles cultivées. *Extrait du document de P. Dugué - Les techniques d'amélioration de la production agricole CIRAD, Montpellier, France 1994* – **1 page**

Annexe V

- La défense des cultures. *Extrait des documents de Jean-Philippe Deguine, Pierre Ferron, Derek Russell, Protection des cultures : de l'agrochimie à l'agroécologie, Éditions Quae, 2008, Communiqué de l'INRA 2012 - Bilan de système de culture en protection intégrée* – **3 pages**

Annexe VI

- La gestion de l'eau pour l'agriculture. *Extrait Ayers R.S., Westcott D.W., 1984. La qualité de l'eau en irrigation. Bulletin d'irrigation et de drainage. 29 Rév. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 165 p.* – **2 pages**

Annexe VII

- L'exploitation agricole. *Extrait du code rural - les activités agricoles, 2003. INSEE, le recensement agricole, 2000* – **1 page**

Annexe VIII

- Le marché agricole. *Extrait de John Tracey-White Marchés de gros, FAO, Rome 1994, John Tracey-White Manuel de planification des marchés de vente au détail, FAO, Rome, 1997* – **3 pages**

Annexe IX

- Les diagnostics, outils pour le développement agricole. *Extrait du document de P. Lavigne-Delville et de B Wybrecht - 1990 - GRET - Groupe de Recherche et d'Echange Technologique au développement – France* – **3 pages**
- La démarche Projet. *Extrait des documents de D. Neu - 1995 - GRET - Groupe de Recherche et d'Echange Technologique au développement – France, Informations sur la rédaction de programmes de l'Union européenne (Europe Aid)* – **4 pages**

ANNEXE I.

LA SITUATION DE L'AGRICULTURE FRANCAISE EN 2023 ET LES OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DURABLE DANS LE PACIFIQUE SUD ET LA POLYNESIE FRANCAISE

Une nostalgie sans perspective

(Extrait de l'article de Laurent Garret du 15/03/23 dans Marianne n°1356 - L'agriculture française de 2023.)

Tous les ans au moment du salon de l'agriculture, la France semble redécouvrir ses paysans. On tente de montrer une image de la paysannerie que n'existe plus vraiment, en ravivant la libre nostalgie.

Autrefois ces gens du pays peuplaient, structuraient et animaient les campagnes. En un demi-siècle, ils ont petit à petit disparu sous les effets conjugués de la mécanisation agricole et de l'exode rural.

Le paysan d'aujourd'hui est un entrepreneur qui supervise, sur un ordinateur, la traite de ses vaches et utilise un drone pour surveiller ses cultures. Il subit fortement les impacts d'une double contrainte : le changement climatique et la transition écologique. La baisse du nombre d'agriculteurs ainsi que celle des productions comme le lait ou la volaille fragilisent l'objectif de la souveraineté alimentaire assigné à l'agriculture française. Les défis sont immenses. La profession n'attire plus et le moral des paysans soumis à des journées harassante est en berne.

Pourtant, il y a des raisons d'espérer avec le retour à la terre d'une nouvelle génération qui développe des projets en conformité avec les attentes sociétales et plus respectueux de l'environnement. Mais il faudra au-delà des postures politiciennes le temps d'un salon, donner des perspectives au monde paysan pour conforter ce métier noble qui garde un rapport au temps, aux saisons, au vivant. Toutes ces valeurs naturelles de la ruralité qui sont devenues si rares et si précieuses.

Les objectifs de développement durable dans le Pacifique et en Polynésie française pour les années à venir.

(Extrait de la gazette des objectifs de développement durable - newsletter n°9 - février 2023 - Forum du Pacifique Sud - Nations Unies)

1. Eliminer complètement l'extrême pauvreté dans le monde entier.
2. Eliminer la faim et faire en sorte que chacun, en particulier les pauvres et les personnes en situation vulnérable, ait accès toute l'année à une alimentation.
3. Mettre fin à toute forme de malnutrition.
4. Doubler la productivité agricole et les revenus des petits producteurs alimentaires, des exploitants familiaux, des éleveurs et des pêcheurs, en assurant l'égalité d'accès aux terres, aux ressources productives et facteurs de production, aux services financiers, aux marchés et aux possibilités de valeur et d'emplois autres qu'agricoles.
4. Assurer la viabilité des systèmes de production alimentaires et mettre en œuvre des pratiques agricoles résilientes pour accroître la productivité et la production, contribuent à la préservation des écosystèmes, renforcent la capacité d'adaptation aux changements climatiques, aux phénomènes météorologiques extrêmes, à la sécheresse, aux inondations et à d'autres catastrophes et améliorent progressivement la qualité des terres et des sols.
5. Préserver la diversité génétique des semences, des cultures et des animaux d'élevage ou domestiqués et des espèces sauvages aux moyens de banques de semences et de plantes diversifiées et favoriser l'accès aux avantages que présentent l'utilisation des ressources génétiques et du savoir traditionnel associé ainsi que le partage juste et équitable de ces avantages.
6. Accroître l'investissement dans l'infrastructure rurale, les services de recherche et de vulgarisation agricoles et la mise au point de technologies et de banques de plantes et de gènes d'animaux d'élevage.

La politique du développement agricole du gouvernement de la Polynésie Française est le développement de la souveraineté alimentaire.

(Extrait du document de la politique agricole polynésienne, 2002)

Au niveau local, la souveraineté alimentaire favorise le maintien d'une agriculture de proximité destinée en priorité à alimenter les marchés locaux. Les cultures vivrières et l'agriculture familiale de petite échelle sont présentées comme étant d'une grande efficacité économique, sociale et environnementale, comparée à l'agriculture industrielle et les plantations de grande échelle où travaillent de nombreux salariés. La place et le rôle des femmes sont privilégiés.

La souveraineté alimentaire privilégie des techniques agricoles qui favorisent l'autonomie des paysans. Elle est donc favorable à l'agriculture biologique et à l'agriculture paysanne. Elle refuse l'utilisation des plantes transgéniques en agriculture.

Cependant, il ne faut pas confondre la souveraineté avec l'autonomie ou l'autosuffisance. La souveraineté induit une capacité stratégique des acteurs de connaître et gérer leur dépendance en mettant en œuvre des politiques adaptées.

L'autonomie désigne la capacité à ne pas dépendre d'autrui, à évoluer indépendamment des autres, ce qui, à l'heure de problématiques communes comme le réchauffement climatique, n'a que très peu de sens.

L'autosuffisance est une situation dans laquelle se trouve un pays ou un individu dont les ressources propres sont suffisantes pour répondre à ses besoins. A l'heure de la mondialisation des échanges, l'autonomie ou l'autosuffisance alimentaire paraissent utopiques, à moins d'une révolution copernicienne de nos modes de vie. Un nombre très limité de pays ou de territoires sont capables de produire de tout et tout le temps, tant les systèmes alimentaires se sont fortement standardisés, déterritorialisés et dé-temporalisés au cours des dernières décennies.

Sécurité et souveraineté alimentaire sont donc deux notions qu'il faut différencier. De manière schématique, la sécurité alimentaire est un état de fait : celui d'avoir assez de nourriture de qualité alors que la souveraineté alimentaire interroge les moyens pour y parvenir et plus spécifiquement les politiques mises en œuvre.

ANNEXE II.

LES CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES ET PHYSIQUES DE LA POLYNESIE FRANCAISE DANS LE BASSIN PACIFIQUE

(Extrait tiré de l'Atlas de Tahiti et de la Polynésie Française - Les éditions du Pacifique - Times édition 1988)

La Polynésie dans le Pacifique

L'espace Pacifique comprend deux ensembles :

- celui du Nord et de l'Ouest et
- celui du Sud Est, isolé et souvent pauvre.

Protectorat français depuis 1842, annexé en 1880 et transformé en Etablissement Français de l'Océanie, le territoire de la Polynésie Française a joué un rôle discret dans l'ensemble Français jusqu'au début du XXe siècle. Depuis 1984, le territoire est doté d'un statut d'autonomie interne qui permet aux Polynésiens de partager la gestion du territoire avec l'administration métropolitaines et de conserver avec la France des relations économiques, politiques et culturelles solides.

Ce territoire comprend environ la moitié des eaux marines françaises (un peu plus de 5 millions de kilomètres carrés) et plusieurs groupes d'îles et d'atolls dont la plus importante et la plus peuplée est Tahiti. Rapportée à l'Europe, la Polynésie française révèle son immensité. En plaçant l'île de Tahiti au niveau de Paris, Hatutu (l'île la plus « septentrionale » de Polynésie française dans l'archipel des Îles Marquises) se situerait à Ålberga en Suède. Mangareva (l'île la plus « orientale » de Polynésie française dans l'archipel des Îles Gambier) se situerait à Prekopčelica en Serbie.

Rapa (l'île la plus « méridionale » de Polynésie française dans l'archipel des Îles Australes) se situerait en mer tyrrhénienne au sud-est de la Sardaigne au large du phare de Capo Ferrato. Et Manuae (l'île la plus « occidentale » de Polynésie française et des Îles Sous-le-Vent dans l'archipel des Îles de la Société) se situerait dans la Manche au sud-ouest des Cornouailles anglaises au large du Cap Lizard. Le domaine maritime et la zone économique exclusive (ZEE) s'étendent bien au-delà de ces îles et couvre environ 5 500 000 km², soit près de 40 % de la ZEE française.

La topographie des îles Polynésiennes.

Les îles de la Polynésie française sont issues de l'activité volcanique, soit d'un âge proche de la plaque sur laquelle ils reposent (50 à 60 millions d'années, c'est le cas des soubassements de l'archipel des Tuamotu), soit de points chauds. Du fait du mouvement de la plaque océanienne (qui se déplace vers le nord-ouest), le point chaud restant, lui, fixe, des chapelets d'îles peuvent ainsi se former.

Ainsi le point chaud de la Société, qui a donné naissance aux deux volcans de Tahiti, n'est qu'à 85 kilomètres au sud-est de Tahiti. Ces massifs volcaniques s'érodent, s'enfoncent progressivement (du fait de leur poids et du phénomène de subsidence), jusqu'à disparaître de la surface.

La seule trace visible en est alors le récif corallien, s'il a pu se développer, dont la croissance continue compense l'affaissement du support : les îles sont alors appelées atolls, par opposition aux îles hautes qui, elles, sont montagneuses. Le passage du stade de volcan île haute à atoll ne prendrait que quelques millions d'années.

Un grand nombre d'atolls, à la surface émergée très réduite, sont inhabités, ou seulement utilisés pour la pêche et la culture perlière. Les très nombreux atolls des Tuamotu rendent la navigation dangereuse dans la région, et sont célèbres pour les échouages qu'ils provoquent. Leur lagon est alimenté en eau océanique par quelques passes (des ruptures de la barrière corallienne peuvent être les traces d'anciennes rivières), et les profonds cratères offrent des eaux très froides et limpides contrastant avec les eaux chaudes des faibles fonds des plateaux lagunaires, qui abritent une faune et une flore marines riches.

Par contre, sur les parties émergées, le manque ou parfois l'absence totale d'eau douce ne permet qu'une flore terrestre très pauvre, et ces atolls souvent très désolés ne sont peuplés que de crustacés et servent de refuges aux oiseaux.

À Tahiti, la plus grande île, les vestiges des deux volcans continuent à culminer à des hauteurs importantes (2 241 m pour l'Orohena, le plus haut sommet de Polynésie française) entourés de larges vallées et plaines alluvionnaires fertiles et sur les flancs desquelles se sont formés par endroits des massifs coralliens. Les côtes, protégées par les massifs coralliens sont faiblement érodées par la mer, en raison d'un très faible marnage, et offrent de longues plages basaltiques.

Les îles Marquises, dont la formation géologique est ancienne (50 millions d'années), les structures volcaniques sont fortement érodées et offrent un paysage montagneux abrupt, constellé de vallées étroites aboutissant à des plages courtes aux eaux profondes.

Le Climat.

Du fait de la situation dispersée des différents archipels sur plusieurs centaines de kilomètres, entre le 8e et le 27e degré de latitude sud, la Polynésie française ne peut pas être résumée à une seule zone climatique. Ainsi, le nord de l'archipel des Marquises connaît plutôt un type de temps tropical aride alors que le sud de l'archipel des Australes est plutôt soumis à un type de temps des moyennes latitudes.

Deux grandes saisons se distinguent :

- de novembre à avril, une saison dite « chaude » ou été austral (humidité élevée) ;

- de mai à octobre une saison dite « fraîche » ou hiver austral (humidité moindre).

De façon très schématique, il est possible de distinguer trois types de temps :

- les alizés, vents d'Est, tant en saison chaude qu'en saison fraîche ;
- les épisodes de perturbations pouvant évoluer en dépression tropicale, parfois très vigoureuse, atteignant à l'extrême le caractère cyclone. Ce type de temps est caractéristique de la saison chaude (décembre à mars). Ces dépressions apparaissent sur les eaux chaudes de l'océan ;
- les perturbations d'ouest sur les Australes, sud Tuamotu et Gambier.

Ces archipels sont d'ailleurs régulièrement concernés par des vents forts, liés aux dépressions subtropicales associés à ces fronts froids. Enfin, il convient de souligner qu'à l'arrière de ces perturbations d'ouest, sous la poussée d'un anticyclone, peut naître un type de temps particulier le « mara'amu ».

- Risques naturels (cyclones et tsunamis)

Tous les archipels sont soumis au risque cyclonique, à l'exception des Marquises. Le cyclone Oli (désignation Nadi 07F, désignation JTWC 12P) est un cyclone tropical formé le 29 janvier 2010 à 700 kilomètres au nord-ouest des Fidji. Cette tempête cyclonique sévère (catégorie 4 selon la classification australienne) est la première dans la région depuis le cyclone Gene au début de l'année 2008.

Le renforcement notable du système à l'approche des îles Australes, où des rafales à 260 km/h ont été relevées, explique que ce soit cette partie du territoire polynésien qui ait payé le plus lourd tribut. C'est sur l'île de Tubuai qu'a été relevée la seule victime connue du cyclone, et des milliers de sans-abri, principalement dans les archipels de la Société et des Australes.

L'onde d'un séisme peut générer un risque de tsunami. Le séisme du 22 mai 1960 au large des côtes chiliennes a entraîné des vagues aux Marquises de 7 à 10 m, elles ont été plus limitées dans les autres archipels. Ainsi, le centre-ville de Papeete aurait été inondé par une vague d'environ un mètre. Un dispositif d'alerte ad hoc est en place sur chaque île.

Régimes et les répartitions pluviométriques de Tahiti

(Extrait de l'Atlas climatologique de la Polynésie française, 2019.)

Répartition annuelle des hauteurs de précipitations

Le massif montagneux des îles influence de façon significative le régime local des pluies. On distingue alors plusieurs régions à pluviométrie contrastée de part et d'autre des hauts reliefs. La carte des isohyètes annuelles montre qu'il pleut davantage à l'intérieur de l'île que sur le littoral.

Sur Tahiti Nui, les côtes exposées à l'Est reçoivent au bord du lagon plus d'eau que les côtes exposées à l'Ouest. Les cumuls annuels s'échelonnent de 1 600 mm/an sur la côte ouest à 4 000 mm/an à l'est (au niveau de la mer). Paea (côte Nord-Ouest) est le point le plus sec de Tahiti avec une moyenne annuelle de 1 642 mm/an.

À l'intérieur de Tahiti nui, ces cumuls moyens sont évalués à plus de 9 000 mm/an sur les sommets de la façade Est.

Sur Tahiti Iti et à Moorea, les côtes Ouest sont presque aussi bien arrosées que les côtes Est, le relief étant d'altitude trop faible pour faire barrière aux alizés. Cependant les cumuls annuels de précipitations de Tahiti Iti sont plus élevés au sud-est qu'au nord-ouest. Les côtes sud-est de Tahiti Iti exposées au *mara'amu* sont les premières à bénéficier des pluies drainées par le passage des perturbations qui remontent du sud.

Répartition saisonnière et mensuelle des hauteurs de précipitations

La variation saisonnière des précipitations sur Tahiti est bien marquée. On différencie clairement les deux saisons :

- la saison « sèche » et
- la saison « pluvieuse ».

Au cœur de la saison chaude (de décembre à mars), il tombe de 35 à 62 % des précipitations annuelles, ce pourcentage étant plus élevé pour les postes situés au nord et à l'ouest que pour les postes situés au sud et à l'est.

La zone de convergence intertropicale active à cette époque de l'année et les systèmes nuageux qui lui sont associés sont à l'origine de cette différence.

Pendant les quatre mois de la saison fraîche (de juin à septembre), il tombe de 12 à 29 % de précipitations annuelles, ce pourcentage étant plus élevé au sud. En effet, les perturbations des moyennes latitudes observées pendant la saison fraîche dans le sud de la Polynésie française touchent parfois les côtes méridionales de Tahiti.

Répartition annuelle des jours secs et des jours pluvieux

Les jours secs sont beaucoup plus fréquents au nord-ouest et à l'ouest de l'île de Tahiti et sur les côtes est et ouest de Moorea. Le pourcentage des jours secs varie de 70 % à Faa'a à 17 % à Vaihiria. Les postes situés sur la presqu'île de Tahiti sont plus arrosés ; en moyenne il pleut 3 jours sur 5.

ANNEXE III.

LE RELIEF ET LES SOLS DES ILES POLYNESEIENNES

- Le relief

(Extrait du document de Jamet R. - Carte pédologique de la Polynésie Française - ORSTOM 1983)

Les formes du relief actuel des îles polynésiennes, montagnes dans l'océan ou anneaux coralliens, présentent une variété où s'individualisent d'une part les formes littorales, d'autre part les formes d'érosion des appareils volcaniques.

Tahiti est à part avec son récif barrière immergé sur la côte Est et dans la presqu'île des falaises de 100 à 180 mètres de haut battues par la houle du nord est, surmontant une étroite corniche d'érosion marine à plus de 2m. Les côtes ouest et sud est de l'île sont abritées; un lagon profond prolonge un récif frangeant.

- Les sols

(Extrait du document de Jamet R. - *Aptitudes culturales des sols de la Polynésie Française* - ORSTOM 1985)

Les sols sont à la fois le support et le milieu nourricier des végétaux. Le sol apparaît ainsi comme la plus importante ressource naturelle. Mais c'est un milieu fragile et par des pratiques incontrôlées peut être détruit pour longtemps.

En Polynésie française, les roches mères sont de deux types :

- roches volcaniques des îles hautes et
- roches calcaires d'origine corallienne des îles basses ou *motu*.

Sur les plateaux, relativement étendus à Tahiti et surtout sur la presqu'île, la quasi-totalité des éléments minéraux et la silice ont solubilisés et emportés par les eaux de pluie qui traverse le sol. Pendant ce temps les autres éléments plus stables comme le fer, l'aluminium et le titane se concentrent tout particulièrement dans les horizons de surface. Ainsi se trouve expliquée la grande pauvreté chimique de ces sols, essentiellement constitués d'oxydes et d'hydroxydes.

Il est cependant facile de remédier à cette pauvreté par des amendements et par des apports de fertilisants.

Les pentes font l'objet d'une érosion intense mais les éléments emportés par les eaux ne sont pas entièrement perdus. Si une partie s'évanouit dans le lagon ou les rivières, le reste vient enrichir les sols des zones basses. Sur les très fortes pentes, l'érosion s'oppose au développement du sol, sur les pentes plus modérées, elle entraîne progressivement les horizons supérieurs près de la surface des horizons moins appauvris. Ces sols sont un peu plus riches, mais difficiles à mettre en valeur. La nécessité de moyens mécaniques devient alors prégnante.

-Le sol et la production végétale

(Extrait du document de M. Dosso - CNEARC - Mémento de l'agronome - 1984 - Ministère des relations extérieures pour la coopération et le développement – Paris)

Le sol abrite partiellement ou complètement de nombreuses espèces animales et végétales ; de nombreux cycles biologiques incluent le sol. L'activité biologique du sol est essentielle à sa construction, à son fonctionnement, à sa fertilité : agrégation, porosité, disponibilité des éléments nutritifs.

Le sol n'existe pas sans activité biologique et diversifiée. Le sol produit et contient tous les éléments nécessaires à la vie ; il accumule puis met à disposition des plantes la majeure partie de ces éléments.

Seize éléments sont indispensables pour la croissance et la fructification des plantes. Le besoin des plantes varie au cours du cycle. Pour les variétés à haut rendement, ils sont très importants au moment de la formation des organes de stockage et un complément d'engrais est toujours nécessaire pour que les variétés améliorées expriment tout leur potentiel. Les éléments absorbés par les plantes proviennent généralement des formes les plus solubles.

La matière organique est la seule réserve en azote et en soufre. Dans les sols tropicaux, la fourniture d'azote par minéralisation de la matière organique est très abondante. La matière organique fournit une grande partie du phosphore assimilable et beaucoup plus dans les sols à fort pouvoir fixateur. Elle constitue aussi une petite réserve pour les autres éléments nutritifs, dont les oligo-éléments.

La capacité d'échange cationique (CEC) de la matière organique est très importante et varie en fonction du pH. Dans les sols acides, la matière organique atténue la toxicité aluminique par complexation de l'aluminium libre. Elle diminue aussi l'immobilisation du phosphore à fort pouvoir fixateur.

Les engrais sont des produits riches en éléments minéraux nécessaire aux plantes. Ils apportent les éléments nécessaires aux plantes suivant la richesse du sol et la nature de la culture. Ce sont plus souvent du NPK ou engrais complet et l'application de ces engrais seront appliqués selon le cycle de la plante. Cependant pour corriger le pH d'un sol de grandes quantités d'amendements sont nécessaire. Ce sont généralement du calcaire ou de la dolomie.

La gestion de la fertilité des sols consiste à préserver son potentiel productif en appliquant des doses recommandées de fumure organique comme minérale. Cependant la majorité des agriculteurs ne disposent pas de moyens financiers suffisants pour mettre en œuvre ces recommandations.

Il a été longtemps considéré que la gestion de la fertilité du sol consistait à préserver son potentiel productif en appliquant des doses recommandées de fumure organique et minérale sur les différentes cultures.

Ce raisonnement centré sur la parcelle cultivée repose sur deux principes :

- corriger les carences originelles du sol et
- compenser les exportations liées aux récoltes.

Dans de nombreuses régions tropicales, l'évolution des propriétés du sol confère à des mécanismes complexes comme le bilan minéral entre apports de fumure et les exportations des produits. La gestion de la fertilité des terres agricoles implique donc des interventions à différents niveaux. Mais il est important que certaines techniques soient utilisées comme les analyses de sols et les analyses de plantes. Au final c'est l'agriculteur qui décide de la dose qu'il apporte, car c'est lui qui paie les engrais.

ANNEXE IV.

ASSOLEMENT ET ROTATION DES CULTURES

(Extrait du document de l'Agence française pour le Développement et la Promotion de l'Agriculture Biologique - Journée Européenne du Bio 2022.)

Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire - Paris

Les termes « assolement » et « rotation des cultures » sont souvent confondus. Pourtant, s'ils servent les mêmes objectifs, ils ne désignent pas exactement la même réalité.

L'assolement vient du verbe « assoler » qui pendant des siècles signifiait « mettre en sol ». Ce terme désigne la répartition des cultures sur une exploitation agricole pendant une saison. L'agriculteur divise ses terres en « soles », des parties distinctes, chacune consacrée à une culture spécifique.

La rotation culturale est mise en place suite à l'assolement. Elle consiste à établir une succession de cultures différentes, au fil des cycles, sur une même parcelle. Cette rotation suit un rythme régulier qui n'est pas toujours identique :

- Saisonnier
- Annuel
- Biennal
- Triennal...

L'alternance des plantes aux racines différentes permet de fertiliser naturellement le sol. Les maladies et les parasites spécifiques à une espèce n'ont pas le temps de s'implanter. La biodiversité est donc bien à encourager.

Il s'agit d'une pratique agronomique de base qui consiste à alterner des cultures différentes sur une même parcelle. Cette planification de cultures peut se dérouler sur une année mais plus généralement sur plusieurs années.

La rotation pluriannuelle des cultures est inscrite dans le règlement européen d'agriculture biologique comme un des « principaux éléments du système de gestion de la production végétale biologique » pour préserver et augmenter la fertilité et l'activité biologique du sol ainsi que prévenir des dégâts causés par les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes.

La diversité des cultures sur une même parcelle permet de s'assurer d'une utilisation cohérente des ressources nutritives du sol car les plantes ont des besoins nutritifs différents et variés qu'elles vont puiser dans les différentes couches du sol.

Ainsi, par exemple, une légumineuse permet d'enrichir le sol en matière organique, de stimuler l'activité biologique et d'améliorer la structure au sol. Les cultures de légumineuses permettent d'enrichir le sol en azote. Alors que certaines autres cultures sont exigeantes en éléments nutritifs.

L'aménagement des zones agricoles cultivées

(Extrait du document de P. Dugué - Les techniques d'amélioration de la production agricole CIRAD, Montpellier, France 1994.)

Les régions tropicales sont caractérisées par une forte agressivité des pluies et une minéralisation rapide de la matière organique du sol liée aux températures élevées. Lorsque l'agriculteur ne peut plus pratiquer la jachère, il doit alors développer des pratiques d'entretien de la fertilité du sol pour assurer la durabilité de son exploitation agricole.

Parmi ces pratiques figurent :

- les apports d'éléments nutritifs, engrais minéraux, fumures organiques, amendements, qui permettent de compenser les pertes dues aux exportations des récoltes et des résidus de culture.

- les techniques limitant les pertes en sol et en éléments minéraux et organiques dues à l'érosion ;

L'aménagement des terres agricoles est un ensemble de techniques et de dispositifs qui améliorent les conditions de la production agricole et permettent l'exploitation ces terres sur une plus longue période.

Une mauvaise alimentation hydrique et la dégradation physique et chimique de ces sols provoquent une baisse considérable des rendements et compromettent toute tentative d'intensification des systèmes de cultures.

Pour une région donnée, il n'existe pas un modèle unique d'aménagement. Cependant, avant tout engagement, il est important de faire au préalable un diagnostic précis de la situation, en associant les agriculteurs et aussi de prendre en compte les caractéristiques du milieu physique à aménager tels que :

- pluviométrie,
- pente,
- type de sol mais aussi
- les capacités d'intervention de l'agriculteur ajouté de l'inventaire de ses moyens.

Une fois ce travail fait, le technicien agricole par exemple pourra proposer les différentes possibilités techniques tout en précisant chaque fois les avantages et les inconvénients, particulièrement du point de vue du coût en travail d'installation et d'entretien et de l'investissement en matériels et en équipements.

ANNEXE V.

LA DEFENSE DES CULTURES

(Extrait des documents de Jean-Philippe Deguine, Pierre Ferron, Derek Russell, Protection des cultures : de l'agrochimie à l'agroécologie, Éditions Quae, 2008, Communiqué de l'INRA 2012 - Bilan de système de culture en protection intégrée)

La défense des cultures ou protection des cultures a pour but de réduire les pertes de récoltes, directes ou indirectes, dues à l'activité des bio agresseurs et de divers facteurs abiotiques. Ces pertes peuvent intervenir pendant la période de culture, avant la récolte, ou après celle-ci, en phases de transport, stockage et transformation des produits agricoles.

Les plantes cultivées sont le plus souvent des variétés sélectionnées en vue d'améliorer leur rendement et la qualité des produits recherchés. Ces modifications de leur patrimoine génétique les rendent plus fragiles aux agressions de leur environnement, qu'il s'agisse des agressions d'organismes parasites ou phytophages, de la concurrence des mauvaises herbes ou d'accidents climatiques.

La défense des cultures, particulièrement celle qui concerne l'agriculture, mais également l'horticulture et la sylviculture, se traduit par diverses stratégies de lutte, des pratiques culturales et des législations locales. L'apport de nouvelles pratiques culturales est développé pour la pérennité des milieux agricoles. Par exemple, la permaculture limite des interventions défensives coûteuses en temps et en espèce.

L'objectif de la gestion des ennemis des cultures, ou bioagresseurs, est de limiter les pertes économiques causées par eux, ce qui peut inclure, mais pas systématiquement, la limitation des dégâts ou symptômes observés et la limitation des pertes de récolte. En effet, dans certains cas, les dégâts observés n'entraînent pas de perte de récolte. De même une augmentation des pertes de récolte n'entraîne pas systématiquement une augmentation des pertes de récolte, notamment si les économies liées à la diminution de la lutte contre le bioagresseur sont plus importantes que les pertes économiques. Dans certains cas très limités, l'action du bioagresseur peut même augmenter la valeur de la récolte.

La gestion des bioagresseurs fait appel à plusieurs types de techniques.

Les techniques de contrôle ont un but prophylactique. Elles incluent le contrôle cultural, qui vise à modifier le système de culture, et le contrôle génétique qui consiste dans le choix de variétés résistantes ou tolérantes aux bioagresseurs.

Les techniques de lutte ont un but curatif et visent à limiter les dégâts quand les bioagresseurs sont présents dans la parcelle.

On distingue la lutte chimique, par l'usage des pesticides, la lutte biologique, par l'usage d'organismes vivants, naturellement présents ou introduits dans l'agroécosystème, et la lutte

physique, qui inclut toutes les techniques mécaniques (comme le désherbage mécanique), pneumatiques, thermiques (comme le désherbage thermique et la solarisation) .

Les méthodes de contrôle et de lutte peuvent intervenir à différentes étapes des cycles de la culture et des bioagresseurs. Des méthodes peuvent être utilisées pour agir sur le stock initial de bioagresseurs. Les stratégies consistent à éviter la concordance dans le temps des bioagresseurs et des phases de la culture sensibles à leur action. Les stratégies d'atténuation en culture ont pour but de limiter les dégâts pendant la période de contact entre culture et bioagresseurs.

Enfin, les solutions de rattrapage visent à limiter l'abondance des bioagresseurs par l'application des méthodes de lutte, et sont appliquées après toutes les autres stratégies.

La lutte chimique

C'est le recours aux produits phytopharmaceutiques ou phytopharmacie.

La lutte biologique

C'est l'utilisation d'organismes vivants tels que des oiseaux, des insectes, des bactéries, des virus...antagonistes des ravageurs ou des maladies attaquant les plantes cultivées.

L'utilisation combinée de phéromones et de pièges est également fréquemment associée à la lutte biologique. À ne pas confondre avec l'agriculture biologique qui est une méthode de production agricole utilisant la lutte biologique, la lutte mécanique mais aussi certaines formes de lutte chimique. La lutte biologique peut être utilisée également par d'autres formes de production agricoles.

La lutte intégrée

La lutte intégrée est une méthode de protection phytosanitaire contre les insectes indésirables. Elle consiste à suivre l'évolution des nuisibles et de leurs prédateurs naturels, de décider d'un seuil d'action et de choisir parmi tous les moyens d'intervention disponibles (façons culturales, équilibres nutritifs, ennemis naturels et, en cas de nécessité, de produits chimiques), ceux qui s'avèrent les mieux adaptés sur le plan économique, écologique et toxicologique.

La lutte intégrée ou protection intégrée est définie comme étant la « conception de la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois écologiques, économiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance ».

L'application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques, culturales ou intéressant la sélection des végétaux dans laquelle l'emploi de produits chimiques phytopharmaceutiques est limité au strict nécessaire pour maintenir la

présence des organismes nuisibles en dessous de seuil à partir duquel apparaissent des dommages ou une perte économiquement inacceptable.

Le biocontrôle est un ensemble d'outils utilisables pour la protection intégrée. Il met en œuvre les mécanismes régissant les interactions entre les espèces dans le milieu naturel tels que :

- les macro-organismes invertébrés (insectes, nématodes, etc.) ;
- les micro-organismes (virus, bactéries, etc.) ;
- les médiateurs chimiques (phéromones, etc.) ;
- les substances naturelles.

Le biocontrôle et la lutte biologique sont parfois utilisés comme des synonymes car les deux font appel à des auxiliaires naturels pour combattre un bioagresseur. Cependant contrairement au biocontrôle, la lutte biologique n'inclut pas l'utilisation des phéromones de synthèse ou de substances naturelles d'origine minérale et, de son côté, le biocontrôle n'intègre pas les vertébrés considérés comme un outil pour la lutte biologique.

La protection biologique intégrée

C'est une activité qui résulte de la combinaison de la lutte biologique et de la protection intégrée. La protection biologique intégrée est donc une démarche de protection combinant toutes les techniques disponibles issues de méthodes de contrôle, si possible biologique. Elle comprend : la prophylaxie, l'observation et suivi des cultures, la lutte biologique, le biocontrôle, la lutte mécanique, l'aménagement de l'environnement, les pratiques culturales, les choix variétaux, les traitements chimiques compatibles.

Fruit de l'évolution des méthodes de culture et des effets néfastes des pesticides à outrance, la lutte biologique intégrée est une étape importante dans l'agriculture. Elle permet de renouer le dialogue entre agriculture bio et agriculture traditionnelle, tout en allant au bout des connaissances actuelles des écosystèmes cultureux. Il est désormais possible d'allier les mécanismes naturels de défense de la nature avec des produits phytosanitaires développés et utilisés de manière raisonnée pour protéger notre environnement.

ANNEXE VI.

LA GESTION DE L'EAU POUR L'AGRICULTURE

(Extrait Ayers R.S., Westcot D.W., 1984. La qualité de l'eau en irrigation. Bulletin d'irrigation et de drainage. 29 Rév. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 165 p.)

La terre ne se cultive pas sans eau, l'eau ne se gère pas sans la terre. Conditionnée par son grand cycle naturel (précipitations, évaporation, ruissellement, infiltration...), les liens entre l'eau, les sols et donc l'agriculture, sont indissociables.

Depuis des siècles, les agriculteurs aménagent l'espace pour gérer l'eau et améliorer leurs conditions de production. Même si une multiplicité d'autres facteurs entre en compte, les mutations contemporaines des modes de production agricoles ont des conséquences sur le cycle naturel de l'eau et sur les équilibres de la ressource. L'occupation de l'espace rural et les procédés d'exploitation des terres influencent la quantité et la qualité de l'eau disponible sur un bassin versant. Les relations entre l'eau et l'agriculture constituent donc un enjeu majeur de société.

Pour l'agriculture, l'eau constitue une ressource indispensable, sans laquelle aucune production n'est possible. Il importe par conséquent de la gérer et de l'utiliser de manière optimale afin de permettre à cette activité de satisfaire sa mission première : nourrir sainement la population en garantissant les autres usages de l'eau et les impératifs sanitaires, tout en respectant les équilibres naturels.

La relation eau/agriculture revêt aujourd'hui une acuité majeure, il est impératif d'intégrer pleinement les exigences environnementales et le changement climatique.

Pour permettre leur croissance végétative et leur développement, les plantes ont besoin d'eau appropriée en qualité et en quantité, à portée de leurs racines et au bon moment. La plus grande partie de l'eau absorbée par une plante sert à transporter les nutriments dissous du sol jusqu'aux organes aériens des plantes, d'où elle est libérée dans l'atmosphère par transpiration : l'utilisation de l'eau en agriculture est intrinsèquement consommatrice. Chaque culture a des besoins en eau particuliers, qui varient selon les conditions climatiques locales.

L'eau d'irrigation est prélevée sur un point d'eau (rivière, lac ou nappe aquifère) et conduite jusqu'au champ grâce à une infrastructure de transport appropriée. Pour satisfaire leurs besoins en eau, les cultures irriguées bénéficient à la fois de l'apport d'eaux de pluie naturelles plus ou moins fiables et de celui d'eaux d'irrigation. L'irrigation constitue un outil de gestion efficace contre les aléas des précipitations.

Elle permet de choisir des variétés à haut rendement en appliquant les fertilisants nécessaires, ainsi que les traitements de lutte contre les ravageurs et d'autres intrants, et rend ainsi ces cultures économiquement intéressantes. Elle a pour effet de favoriser l'augmentation des rendements.

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal, en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides.

L'irrigation peut aussi avoir d'autres applications : l'apport d'éléments fertilisants soit au sol, soit, par aspersion, aux feuilles (fertilisation foliaire) ; dans la culture hydroponique, l'irrigation se confond totalement avec la fertilisation.

Généralement il est d'usage d'employer le terme d'« arrosage » pour les petites surfaces (jardinage) réservant le terme d'« irrigation » pour les surfaces plus importantes (agriculture de plein champ, horticulture), mais il n'y a pas de norme en la matière.

Selon le glossaire international d'hydrologie, l'irrigation est un apport artificiel d'eau sur des terres à des fins agricoles.

Deux catégories de matériels ou d'installations sont nécessaires pour l'irrigation :

- ceux servant à amener l'eau depuis les sources disponibles (cours d'eau, lacs ou retenues, nappe phréatique) ;
- ceux servant à l'irrigation proprement dite, c'est-à-dire à distribuer l'eau aux plantes.

Dans la première catégorie, on trouvera : forage, pompes, réseaux d'irrigations, canaux, norias...

Dans la seconde : asperseurs, canons d'arrosage, arroseurs automoteurs, goutteurs. Il existe par exemple un système d'irrigation à pivot central.

ANNEXE VII.

L'EXPLOITATION AGRICOLE

(Extrait du code rural - les activités agricoles, 2003. INSEE, le recensement agricole, 2000)

Dans le recensement agricole, l'exploitation agricole est définie comme une unité de production remplissant les trois critères suivants :

- produire des produits agricoles ;
- avoir une gestion courante indépendante ;
- atteindre un certain seuil en superficie, en production ou en nombre d'animaux.

Ce seuil a été défini de la façon suivante :

- une superficie agricole utilisée au moins égale à un hectare ;
- ou une superficie en cultures spécialisées au moins égale à 20 ares ;
- ou une activité suffisante de production agricole, estimée en cheptel, surface cultivée ou volume de production

L'exploitant agricole est un véritable chef d'entreprise qui possède de solides compétences à la fois techniques, culturelles et/ou vétérinaires.

L'exploitant agricole est propriétaire ou locataire d'une exploitation. Il cultive des fruits, des légumes ou des céréales pour les vendre aux commerçants, aux grossistes ou directement aux particuliers sur les marchés. Il peut également faire de l'élevage d'animaux, ou pratiquer les deux activités à la fois.

La gestion d'une entreprise agricole tend à se complexifier, comme celle des autres entreprises de même dimension. En outre, l'exploitant agricole travaille sur du vivant, ce qui lui confère une responsabilité particulière face aux exigences de la société et des consommateurs.

La conduite d'une exploitation agricole nécessite à la fois la maîtrise des techniques agricoles de production, des opérations comptables et de gestion, des techniques de vente... et tout cela dans un environnement très administré.

ANNEXE VIII.

LE MARCHE AGRICOLE

(Extrait de John Tracey-White Marchés de gros, FAO, Rome 1994, John Tracey-White Manuel de planification des marchés de vente au détail, FAO, Rome, 1997)

La commercialisation des produits agricoles permet de réaliser le transfert d'un produit, du lieu de production au lieu de consommation.

C'est donc une série d'activités interconnectées impliquant :

- la planification de la production,
- la culture et la récolte,
- le tri,
- le conditionnement,
- le transport,
- le stockage,
- les procédés agroalimentaires,
- la distribution et la vente.

De telles activités ne peuvent se faire sans échange d'information et dépendent souvent très fortement de la disponibilité d'un financement adéquat. Les systèmes de commercialisation sont dynamiques. Ils sont compétitifs et impliquent un changement et des améliorations continus. Les activités qui prospèrent sont celles qui engendrent des coûts moins élevés, qui sont plus efficaces et qui peuvent fournir des produits de qualité. Celles qui engendrent des coûts élevés, ne s'adaptent pas aux changements de la demande du marché et qui fournissent une qualité moins élevée sont souvent menées à la faillite.

La commercialisation doit être orientée vers les consommateurs et générer un profit pour le cultivateur, le transporteur, le commerçant, le transformateur...

Cela implique que les acteurs impliqués dans les filières de commercialisation comprennent les exigences de l'acheteur, à la fois en termes de produit mais aussi d'activité économique.

La division "commercialisation des produits agricoles" de la FAO offre un soutien aux pays en développement dans ce domaine d'activités. Ceci inclut le développement des

informations sur le marché, l'extension des activités de commercialisation, des formations en commercialisation et en développement des infrastructures. Les tendances récentes concernent la montée des supermarchés et un intérêt croissant pour l'agriculture contractuelle.

Des infrastructures efficaces de commercialisation, comme les marchés de gros, de détail, les marchés associatifs et les installations de stockage sont les conditions essentielles d'une commercialisation rentable, d'une minimisation des pertes post-récolte et d'une réduction des risques sanitaires.

Les marchés jouent un rôle important pour le développement rural, la génération de revenus, la sécurité alimentaire, le développement de liens entre les zones rurales et les marchés, et les questions de parité entre les sexes. Les planificateurs doivent être conscients de la nécessité de concevoir des marchés qui répondent aux besoins économiques et sociaux d'une communauté et doivent choisir un emplacement adapté.

Dans de nombreux cas, l'emplacement des sites n'est pas approprié, ce qui résulte en une sous-utilisation ou même une non-utilisation des infrastructures mises en place. Par ailleurs, construire simplement un marché n'est pas suffisant : il est également essentiel de prêter une attention particulière au mode de gestion de ce marché, à son fonctionnement et à sa maintenance. Dans la plupart des cas, lorsqu'elles ne visent qu'à moderniser les infrastructures et qu'elles ne garantissent aucune maintenance ni aucune gestion, la plupart des améliorations mises en œuvre échouent au bout de quelques années.

Les marchés associatifs sont localisés dans les zones de production et servent principalement de lieu de rencontre, où les agriculteurs peuvent vendre leurs produits à des commerçants. Ces marchés peuvent être occasionnels (par exemple hebdomadaires), ou permanents. Les marchés de gros terminaux sont situés dans les zones urbaines majeures, où le produit est acheminé jusqu'au consommateur grâce à des échanges entre grossistes et détaillants, traiteurs, etc. Les caractéristiques des marchés de gros ont considérablement changé, en raison des changements subis par la distribution dus à la croissance urbaine, au rôle grandissant des supermarchés et à l'augmentation du pouvoir d'achat.

Ces changements nécessitent des réponses quant au mode d'organisation des marchés de gros traditionnels et à leur gestion. Dans les pays occidentaux, les systèmes de vente au détail ont largement évolué, en passant des marchés de rue traditionnels aux hypermarchés modernes ou centres commerciaux situés en dehors de la ville. En dépit de la croissance des supermarchés, il reste toujours des opportunités considérables pour améliorer la commercialisation des produits agricoles, grâce à la construction de nouveaux marchés de vente au détail.

Cependant, il y a peu de sens à entreprendre ces améliorations, s'ils elles n'ont pas d'effet socio-économique positif. Une réglementation des marchés efficace est essentielle. À l'intérieur du marché, il est nécessaire de renforcer à la fois les règles d'hygiène et les activités de collecte des revenus. Le maintien de l'ordre en dehors du marché revêt aussi une grande importance. Les commerçants ayant des accords avec un marché ne désireront pas coopérer pour l'amélioration des standards s'ils font face à une compétition de la part d'acteurs extérieurs, qui eux ne payent aucun coût pour la fourniture des services appropriés.

La commercialisation de produits agricoles doit être conduite au sein d'un environnement apportant un réel soutien sur le plan politique, réglementaire, institutionnel, macro-économique, bureaucratique et sur le plan des infrastructures. Les traders et autres acteurs ne peuvent investir dans un environnement de changements arbitraires des politiques du gouvernement, comme par exemple la restriction des importations et des exportations ou des mouvements internes de production.

Les acteurs commerciaux ne peuvent assurer leurs fonctions si leurs activités sont entravées par une bureaucratie et des formalités excessives. Une loi inappropriée peut créer une distorsion et réduire l'efficacité du marché, augmenter les coûts des activités économiques et retarder le développement d'un secteur privé compétitif. Des institutions garantissant un faible soutien, tels que les services de développement agricole, des municipalités qui font fonctionner les marchés de manière inefficace et des organes de promotion de l'exportation peuvent partiellement porter préjudice.

ANNEXE IX.

LES OUTILS POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE DE L'AGRICULTURE

Les diagnostics, outils pour le développement agricole.

(Extrait du document de P. Lavigne-Delville et de B Wybrecht - 1990 - GRET - Groupe de Recherche et d'Echange Technologique au développement – France)

Un diagnostic est un jugement porté sur une situation à partir de l'analyse d'indicateurs ou de paramètres. Toute intervention en milieu rural repose sur une analyse explicite ou implicite de la situation qui permet d'identifier des facteurs défavorables et de proposer des actions modifiant ces facteurs.

La justesse du diagnostic dépend en partie de la pertinence des actions : si l'on se trompe dans l'analyse d'un problème, il est peu probable qu'on arrive à le résoudre. Or, les situations agraires sont très diversifiées et une bonne capacité d'analyse des situations est donc nécessaire.

Les principes d'un diagnostic :

- Une vision d'ensemble de l'agriculture locale.

Cette vision est nécessaire pour définir et piloter correctement les interventions de développement.

- Définir les orientations demande de cerner le contexte dans lequel on intervient ; il s'agit d'avoir une représentation simplifiée mais opératoire de la réalité.

L'agriculture locale est une réalité complexe, dont les multiples dimensions sont étroitement articulées.

Aucune action, même la plus sectorielle, ne peut faire l'économie d'une caractérisation d'ensemble du système agraire, des systèmes de production et de leurs dynamiques.

Un diagnostic peut être conduit à des degrés de précision divers et il n'est pas besoin de tout savoir d'un système agraire pour identifier les axes de travail pertinents.

Dans chaque situation, il faut arbitrer sur les degrés de finesse du diagnostic et sur les thèmes à approfondir en fonction des interventions possibles, des connaissances déjà disponibles et des contraintes de durée et de moyens.

Il convient donc dans chaque situation particulière de trouver le degré optimal d'ignorance afin d'éviter de s'enliser dans l'analyse préalable sans pour autant agir en aveugle. Cependant cette ignorance optimale relève en partie de l'expertise propre du technicien.

Un diagnostic initial n'est pas nécessairement long : un cadrage peut suffire, s'il se fonde sur des indicateurs pertinents et si le déroulement de l'action permet de tester les hypothèses.

- Approfondir l'analyse :

Le diagnostic initial fournit une première vision de la réalité sur laquelle on intervient. En développement agricole, le diagnostic des activités agricoles est aussi complété par des éléments généraux qui permettent de bien cadrer l'intervention par des éléments plus précis, liés aux domaines d'intervention.

- Confronter les analyses des agriculteurs et des techniciens :

Le diagnostic est la première étape d'une négociation et d'un travail collectif, associant agriculteurs et techniciens. Il fournit l'analyse à partir de laquelle seront précisées les interventions et doit donc être partagé par les différents partenaires du développement.

Les agriculteurs connaissent leurs réalités et les analysent de manière variable, en fonction de leur situation socio-économique et des modules théoriques qu'ils se sont forgés.

L'expérience et la capacité d'analyse des agriculteurs doivent donc être prises en compte à leur juste valeur, encore souvent sous-estimée.

Le diagnostic du technicien repose sur des critères qui ont également leur légitimité et qui ne sont pas les mêmes que ceux des agriculteurs. Ni les agriculteurs ni les techniciens n'ont le monopole de la vérité.

Les analyses et les conclusions des uns et des autres doivent être discutées ensemble. La confrontation des points de vue autour d'objets communs permet ainsi d'élaborer une vision commune de la situation actuelles et des perspectives.

C'est à ce prix que le diagnostic devient un véritable outil au service du développement.

Les principaux outils de diagnostic pour le traitement de l'information :

- Construire un échantillonnage : l'échantillonnage permet de choisir de manière judicieuse les éléments à étudier ;

- Bâtir une stratégie d'enquête : le recueil des informations doit être fiable. Préparer une enquête, c'est préciser son questionnement, les hypothèses à vérifier et les données à recueillir, et définir la ou les façons de recueillir ces informations.

- par questionnaire,

- les entretiens individuels et collectifs.
- Utiliser les cartographies topographiques et pédologiques ;
- Se référer à la climatologie et à l'exposition des vents du milieu ;
- Etudier l'orientation des parcelles agricoles et du milieu physique ;
- S'inspirer des rapports techniques et de la situation hydraulique du milieu ;
- S'informer sur le potentiel des marchés et des lieux de ventes.

La démarche Projet

(Extrait des documents de D. Neu - 1995 - GRET - Groupe de Recherche et d'Echange Technologique au développement – France, Informations sur la rédaction de programmes de l'Union européenne (Europe Aid))

Le mot « projet » est utilisé aux différents stades d'une opération. Il peut n'être encore qu'une idée. Il peut déjà avoir pris la forme d'une série d'objectifs ordonnés et d'un plan précis élaboré pour les atteindre. Il peut enfin s'être concrétisé par un ensemble d'actions en cours de réalisation. La démarche projet est donc un terme qui désigne la façon de conduire un projet de sa conception à son achèvement.

La manière par laquelle se projettent et se réalisent les projets suit une séquence qui commence par la stratégie convenue, laquelle conduit à une idée pour une action spécifique, qui se formule, s'exécute et s'évalue avec le but d'améliorer la stratégie et de définir l'action future.

1 - Le cycle de projet

La gestion du cycle de projets est une méthodologie de gestion qui couvre les activités et les procédés de prise de décision utilisés pendant le cycle de vie d'un projet, incluant les objectifs clés, les rôles et les responsabilités, les documents clés et la décision des options.

Le cycle du projet peut se structurer en diverses étapes fondamentales ou phases étroitement liées entre elles.

Par exemple dans les programmes de l'Union européenne (Europe Aid) ce sont les suivants :

- La définition des objectifs ;
- L'identification des risques et contraintes ;
- La formulation ;
- Les résultats attendus ;
- Le financement ;
- L'exécution ;
- L'évaluation.

Le cycle de gestion de projet représente le processus continu au cours duquel chaque étape conditionne l'étape suivante.

Par exemple, les informations collectées pendant la phase d'identification du projet (étape 1) servent de support au plan détaillé du projet (étape 2). L'étape 3 passe en revue les informations recueillies au cours des deux étapes précédentes en intégrant diverses perspectives afin de garantir la viabilité du projet. Si ces fondements sont solides les étapes suivantes auront d'autant plus de potentialités de réussite.

Cependant, la communication est essentielle. Miser sur le travail collaboratif dès le début du projet est le meilleur moyen de s'assurer que l'ensemble des parties prenantes est sur la même longueur d'onde et comprennent les objectifs clés. Pour instaurer une communication efficace, n'hésitez pas à organiser des réunions tout au long du projet et à mettre en œuvre des processus pour rationaliser le travail d'équipe.

2 - L'analyse SWOT

L'acronyme SWOT est issu de la langue anglaise. Il renvoie à quatre termes : Strengths, Weaknesses, Opportunities et Threats.

L'objectif d'une analyse SWOT consiste à évaluer si le projet agricole détient les capacités stratégiques nécessaires pour répondre aux évolutions de son environnement.

L'analyse SWOT permet d'évaluer la réussite d'un projet, en étudiant conjointement différentes données, comme les atouts et les défauts, mais également les marchés potentiels de la production agricole résultant du projet.

Le SWOT prend la forme d'un tableau composé de 4 cases à remplir et s'effectue en 3 phases :

L'analyse de l'environnement interne : les forces et les faiblesses

L'analyse de l'environnement externe : les opportunités et les menaces

La définition des mesures correctrices et la mise en place d'un plan d'actions prioritaires

Le SWOT sera ainsi utilisé afin de déterminer les opportunités qui s'offrent au projet et surtout les menaces auxquelles il est exposé. Cet outil permet, en effet, d'analyser simultanément plusieurs facteurs comme les forces et les éventuels défauts du projet agricole, mais également les projets agricoles concurrents ou les marchés potentiels. Les "Forces" retrouvées dans la matrice SWOT de votre projet agricole sont les ressources et aptitudes qui expliquent les avantages compétitifs du projet.

Par exemple pour lister les forces de l'activité agricole, répondre aux questions :

- quels sont les avantages distinctifs ?
- qu'est-ce qui rend au projet son caractère unique ?
- qu'est-ce que ce projet agricole fait mieux que les autres projets agricoles ?

Des exemples de forces pour un projet agricole sont la main-d'œuvre locale, l'accès à des intrants et l'utilisation de technologies. La main-d'œuvre locale fournit des connaissances et des compétences locales pour le projet agricole, tandis que l'accès à des intrants permet d'améliorer la qualité et la productivité des cultures. Enfin, l'utilisation de technologies modernes peut aider à améliorer les méthodes de production et à augmenter la productivité.

Quant aux "Faiblesses" de la matrice SWOT du projet agricole, elles correspondent aux critères internes de l'exploitation qui peuvent l'empêcher de révéler son potentiel et donc d'atteindre ses objectifs.

Afin de mettre en avant des forces possibles pour le projet agricole est de trouver des réponses à ces interrogations :

- quels sont les problèmes de mon offre ?
- quels facteurs rencontrent des limites ?
- qu'est-ce que les projets agricoles concurrents font de mieux ?

Des exemples possibles de faiblesses pour un projet agricole sont l'accès limité à des ressources financières, une mauvaise planification des activités, une mauvaise gestion des risques et une mauvaise communication entre les parties impliquées.

L'accès limité à des ressources financières peut limiter la capacité du projet à acheter les matériaux nécessaires à sa mise en œuvre. Une mauvaise planification des activités peut entraîner des retards et un manque de coordination entre les différents acteurs.

Une mauvaise gestion des risques peut entraîner des pertes financières et des retards dans la réalisation des objectifs. Enfin, une mauvaise communication entre les parties impliquées peut entraîner des malentendus et une mauvaise coordination des efforts.

Les Opportunités de la matrice SWOT du projet agricole se réfèrent aux agents externes qui pourront avoir un impact positif sur les futurs développements. Ces opportunités sont le plus souvent associées à des tendances du marché, à des nouveaux textes de loi, ou à des changements de l'environnement concurrentiel.

Des exemples d'opportunités qu'on peut retrouver dans une SWOT pour un projet agricole sont les suivants :

1. Développer des partenariats avec des entreprises locales pour promouvoir le projet agricole et ses produits. Cela peut aider à augmenter la visibilité et à faciliter l'accès aux marchés.

2. Utiliser des technologies avancées pour améliorer l'efficacité et la productivité. Cela peut aider à réduire les coûts et à augmenter les profits.

3. Investir dans la formation des agriculteurs pour leur permettre d'améliorer leurs compétences et leurs connaissances. Cela peut aider à améliorer la qualité des produits et à augmenter la production.

Les menaces de la SWOT.

Il s'agit là des causes externes qui auront potentiellement des conséquences défavorables sur le futur du projet agricole. Réfléchir à ces vulnérabilités aidera à prendre des mesures pour atténuer ou annuler ces risques.

Des exemples de menaces possibles pour un projet agricole incluent

- des conditions météorologiques défavorables,
- des maladies qui affectent les cultures et des infestations d'insectes nuisibles.

Ces menaces peuvent avoir un impact négatif sur la productivité agricole et la qualité des produits agricoles.

ooOoo



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION,
DE LA MODERNISATION
DE L'ADMINISTRATION,
en charge du numérique

DIRECTION GÉNÉRALE
DES RESSOURCES HUMAINES

CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

CINQUIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

L'établissement d'un projet ou étude portant sur la spécialité traitement automatisé de l'information et réseaux

SUJET PRINCIPAL

Jeudi 13 avril 2023

(Durée : 5 heures – coefficient 3)

Le sujet comporte 43 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Projet ou étude

Étude de migration pour l'intégration d'une nouvelle entité dans la Direction des Systèmes d'Information d'une organisation

Vous venez d'être nommé(e) ingénieur subdivisionnaire au sein de la Direction des Systèmes d'Information de votre organisation. Vous avez pour mission de piloter la migration d'une nouvelle entité au sein du système d'information de l'organisation.

La qualité du document relatif à l'état des lieux préalable de cette nouvelle entité a retenu l'attention de votre DSI qui a validé cette opération. Vous devez maintenant présenter un plan d'actions pour accueillir cette nouvelle entité en toute transparence dans l'organisation. Votre étude devra couvrir les aspects techniques, organisationnels, réglementaires et toute autre problématique que vous souhaitez évoquer.

Documents sujet étude :

Document 1 - 10 conseils pour la sécurité de votre système d'information, 4 pages.

Document 2 - Comment mettre en place une politique de mot de passe efficace, 4 pages

Document 3 - Chiffrement, 3 pages

Document 4 - Recommandations sur le Nomadisme numérique (Extrait), 3 pages

Document 5 - Comment bloquer les ports USB par GPO, 3 pages

Document 6 - Charte informatique, 3 pages

Document 7 - Choisissez la bonne architecture, 5 pages

Document 8 - Comment renforcer son réseau sans fil, 5 pages

Document 9 - Les 15 GPO les plus utilisées, 5 pages

Document 10 - Guide hygiène informatique, 7 pages

Total : 10 documents joints, pour un total de 41 pages

DOCUMENT 1

10 conseils pour la sécurité de votre système d'information

12 octobre 2009

4 pages

<https://www.cnil.fr/fr/10-conseils-pour-la-securite-de-votre-systeme-dinformation>

La loi "informatique et libertés" impose que les organismes mettant en œuvre des fichiers garantissent la sécurité des données qui y sont traitées. Cette exigence se traduit par un ensemble de mesures que les détenteurs de fichiers doivent mettre en œuvre, essentiellement par l'intermédiaire de leur direction des systèmes d'information (DSI) ou de leur responsable informatique.

1. Adopter une politique de mot de passe rigoureuse

L'accès à un poste de travail informatique ou à un fichier par identifiant et mot de passe est la première des protections. Le mot de passe doit être individuel, difficile à deviner et rester secret. Il ne doit donc être écrit sur aucun support. La DSI ou le responsable informatique devra mettre en place une politique de gestion des mots de passe rigoureuse : un mot de passe doit comporter au minimum 8 caractères incluant chiffres, lettres et caractères spéciaux et doit être renouvelé fréquemment (par exemple tous les 3 mois). Le système doit contraindre l'utilisateur à choisir un mot de passe différent des trois qu'il a utilisés précédemment. Généralement attribué par l'administrateur du système, le mot de passe doit être modifié obligatoirement par l'utilisateur dès la première connexion. Enfin, les administrateurs des systèmes et du réseau doivent veiller à modifier les mots de passe qu'ils utilisent eux-mêmes.

2. Concevoir une procédure de création et de suppression des comptes utilisateurs

L'accès aux postes de travail et aux applications doit s'effectuer à l'aide de comptes utilisateurs nominatifs, et non « génériques » (compta1, compta2...), afin de pouvoir éventuellement être capables de tracer les actions faites sur un fichier et, ainsi, de responsabiliser l'ensemble des intervenants. En effet, les comptes « génériques » ne permettent pas d'identifier précisément une personne. Cette règle doit également s'appliquer aux comptes des administrateurs systèmes et réseaux et des autres agents chargés de l'exploitation du système d'information.

3. Sécuriser les postes de travail

Les postes des agents doivent être paramétrés afin qu'ils se verrouillent automatiquement au-delà d'une période d'inactivité (10 minutes maximum) ; les utilisateurs doivent également être incités à verrouiller systématiquement leur poste dès qu'ils s'absentent de leur bureau. Ces dispositions sont de nature à restreindre les risques d'une utilisation frauduleuse d'une application en cas d'absence momentanée de l'agent du poste concerné. Par ailleurs, le

contrôle de l'usage des ports USB sur les postes « sensibles », interdisant par exemple la copie de l'ensemble des données contenues dans un fichier, est fortement recommandé.

4. Identifier précisément qui peut avoir accès aux fichiers

L'accès aux données personnelles traitées dans un fichier doit être limité aux seules personnes qui peuvent légitimement y avoir accès pour l'exécution des missions qui leur sont confiées. De cette analyse, dépend « le profil d'habilitation » de l'agent ou du salarié concerné. Pour chaque mouvement ou nouvelle affectation d'un salarié à un poste, le supérieur hiérarchique concerné doit identifier le ou les fichiers auxquels celui-ci a besoin d'accéder et faire procéder à la mise à jour de ses droits d'accès. Une vérification périodique des profils des applications et des droits d'accès aux répertoires sur les serveurs est donc nécessaire afin de s'assurer de l'adéquation des droits offerts et de la réalité des fonctions occupées par chacun.

5. Veiller à la confidentialité des données vis-à-vis des prestataires

Les interventions des divers sous-traitants du système d'information d'un responsable de traitement doivent présenter les garanties suffisantes en terme de sécurité et de confidentialité à l'égard des données auxquels ceux-ci peuvent, le cas échéant, avoir accès. La loi impose ainsi qu'une clause de confidentialité soit prévue dans les contrats de sous-traitance. Les éventuelles interventions d'un prestataire sur des bases de données doivent se dérouler en présence d'un salarié du service informatique et être consignées dans un registre. Les données qui peuvent être considérées « sensibles » au regard de la loi, par exemple des données de santé ou des données relatives à des moyens de paiement, doivent au surplus faire l'objet d'un chiffrement.

« A noter » : l'administrateur systèmes et réseau n'est pas forcément habilité à accéder à l'ensemble des données de l'organisme. Pourtant, il a besoin d'accéder aux plates-formes ou aux bases de données pour les administrer et les maintenir. En chiffrant les données avec une clé dont il n'a pas connaissance, et qui est détenue par une personne qui n'a pas accès à ces données (le responsable de la sécurité par exemple), l'administrateur peut mener à bien ses missions et la confidentialité est respectée.

6. Sécuriser le réseau local

Un système d'information doit être sécurisé vis-à-vis des attaques extérieures. Un premier niveau de protection doit être assuré par des dispositifs de sécurité logique spécifiques tels que des routeurs filtrants (ACL), pare-feu, sonde anti intrusions, etc. Une protection fiable contre les virus et logiciels espions suppose une veille constante pour mettre à jour ces outils, tant sur le serveur que sur les postes des agents. La messagerie électronique doit évidemment faire l'objet d'une vigilance particulière. Les connexions entre les sites parfois distants d'une entreprise ou d'une collectivité locale doivent s'effectuer de manière sécurisée, par l'intermédiaire des liaisons privées ou des canaux sécurisés par technique de « tunneling » ou VPN (réseau privé virtuel). Il est également indispensable de sécuriser les réseaux sans fil compte tenu de la possibilité d'intercepter à distance les informations qui y circulent : utilisation de clés de chiffrement, contrôle des adresses physiques des postes clients autorisés, etc. Enfin, les accès distants au système d'information par les postes nomades doivent faire préalablement l'objet d'une authentification de l'utilisateur et du poste. Les accès par internet aux outils d'administration électronique nécessitent également des mesures de sécurité fortes, notamment par l'utilisation de protocoles IPsec, SSL/TLS ou encore HTTPS.

« A noter » : Un référentiel général de sécurité, relatif aux échanges électroniques entre les usagers et les autorités administratives (ordonnance 2005-1516), doit voir le jour prochainement (voir projet sur le site www.ssi.gouv.fr). Il imposera à chacun des acteurs des mesures de sécurité spécifiques.

7. Sécuriser l'accès physique aux locaux

L'accès aux locaux sensibles, tels que les salles hébergeant les serveurs informatiques et les éléments du réseau, doit être limité aux personnels habilités. Ces locaux doivent faire l'objet d'une sécurisation particulière : vérification des habilitations, gardiennage, portes fermées à clé, digicode, contrôle d'accès par badge nominatifs, etc. La DSI ou le responsable informatique doit veiller à ce que les documentations techniques, plans d'adressages réseau, contrats, etc. soient eux aussi protégés.

8. Anticiper le risque de perte ou de divulgation des données

La perte ou la divulgation de données peut avoir plusieurs origines : erreur ou malveillance d'un salarié ou d'un agent, vol d'un ordinateur portable, panne matérielle, ou encore conséquence d'un dégât des eaux ou d'un incendie. Il faut veiller à stocker les données sur des espaces serveurs prévus à cet effet et faisant l'objet de sauvegardes régulières. Les supports de sauvegarde doivent être stockés dans un local distinct de celui qui héberge les serveurs, idéalement dans un coffre ignifugé. Les serveurs hébergeant des données sensibles ou capitales pour l'activité l'organisme concerné doivent être sauvegardés et pourront être dotés d'un dispositif de tolérance de panne. Il est recommandé d'écrire une procédure « urgence – secours » qui décrira comment remonter rapidement ces serveurs en cas de panne ou de sinistre majeur. Les supports nomades (ordinateurs portables, clé USB, assistants personnels etc.) doivent faire l'objet d'une sécurisation particulière, par chiffrement, au regard de la sensibilité des dossiers ou documents qu'ils peuvent stocker. Les matériels informatiques en fin de vie, tels que les ordinateurs ou les copieurs, doivent être physiquement détruits avant d'être jetés, ou expurgés de leurs disques durs avant d'être donnés à des associations. Les disques durs et les périphériques de stockage amovibles en réparation, réaffectés ou recyclés, doivent faire l'objet au préalable d'un formatage de bas niveau destiné à effacer les données qui peuvent y être stockées.

9. Anticiper et formaliser une politique de sécurité du système d'information

L'ensemble des règles relatives à la sécurité informatique doit être formalisé dans un document accessible à l'ensemble des agents ou des salariés. Sa rédaction requiert l'inventaire préalable des éventuelles menaces et vulnérabilités qui pèsent sur un système d'information. Il convient de faire évoluer régulièrement ce document, au regard des modifications des systèmes et outils informatiques utilisés par l'organisme concerné. Enfin, le paramètre « sécurité » doit être pris en compte en amont de tout projet lié au système d'information.

10. Sensibiliser les utilisateurs aux « risques informatiques » et à la loi "informatique et libertés"

Le principal risque en matière de sécurité informatique est l'erreur humaine. Les utilisateurs du système d'information doivent donc être particulièrement sensibilisés aux risques informatiques liés à l'utilisation de bases de données. Cette sensibilisation peut prendre la forme de formations, de diffusion de notes de service, ou de l'envoi périodique de fiches pratiques. Elle sera également formalisée dans un document, de type « charte informatique »,

qui pourra préciser les règles à respecter en matière de sécurité informatique, mais aussi celles relatives au bon usage de la téléphonie, de la messagerie électronique ou encore d'internet. Ce document devrait également rappeler les conditions dans lesquelles un salarié ou un agent peut créer un fichier contenant des données personnelles, par exemple après avoir obtenu l'accord de son responsable, du service juridique ou du C.H. de l'entreprise ou de l'organisme dans lequel il travaille. Ce document doit s'accompagner d'un engagement de responsabilité à signer par chaque utilisateur.

A noter : veiller à ce que les utilisateurs nettoient régulièrement leurs vieux documents et messages électroniques sur leurs postes. De même, nettoyer régulièrement le répertoire d'échange partagé entre les différents services afin qu'il ne se transforme pas en espace « fourre-tout » (fichiers personnels des agents mélangés avec des dossiers sensibles)

Lexique

Profil d'habilitation : un profil d'habilitation définit, pour un groupe d'utilisateurs, leurs droits sur un ensemble de données et/ou d'applications.

Routeur filtrant et ACL : un routeur est un équipement qui permet l'aiguillage de l'information entre deux réseaux. Certains routeurs intègrent une fonction de filtrage du trafic, telle que celle des pare-feu, qui met en œuvre une liste des adresses et ports autorisés ou interdits d'accès (Access Control List).

Pare-feu (ou « firewall ») : équipement logiciel et/ou matériel permettant de cloisonner des réseaux. Il met en œuvre des règles de filtrage du trafic entrant et sortant et doit interdire l'utilisation de protocoles de communication non sécurisés (Telnet par exemple).

« tunneling » ou VPN (réseau privé virtuel) : un VPN permet de sécuriser les échanges de données de type "extranet". Pour cela, il met en œuvre un mécanisme d'authentification et de chiffrement des données. On parle alors d'encapsulation des données grâce à un protocole de « tunneling ».

Chiffrement : méthode de codage/décodage des données mettant généralement en œuvre un mécanisme de clé(s) logique(s) afin de rendre impossible la lecture d'un fichier à des tiers qui ne possèdent pas la ou les clé(s).

IPsec, SSL/TLS, HTTPS : protocoles réseaux permettant de sécuriser les accès distants par chiffrement des données transmises.

Tolérance de panne : dispositif de sécurité mis en œuvre notamment au niveau des disques durs qui permet de se prémunir de la panne d'un disque en évitant l'arrêt des applications ou l'endommagement des données stockées.

BIOS : système exécutant, à la mise sous tension d'un ordinateur, des opérations élémentaires telles que le contrôle des éléments matériels, l'ordonnancement de démarrage des périphériques, la lecture d'un secteur sur un disque.

DOCUMENT 2

3 pages

Comment mettre en place une politique de mot de passe efficace

Alexandra Patard / Publié le 27 décembre 2021 à 11h58

<https://www.blogdumoderateur.com/comment-mettre-en-place-politique-mot-de-passe-efficace/>

Qu'est-ce qu'une politique de mot de passe ?

Une politique de mot de passe consiste en une série de mesures mises en place par une entreprise pour renforcer la sécurité de l'accès aux données et aux outils dont elle dispose, à travers la création et l'utilisation de mots de passe complexes. Elle doit être adaptée en fonction du contexte et des objectifs de sécurité du système d'information de l'organisation.

Bien organiser et cadrer l'authentification des utilisateurs représente un facteur essentiel pour garantir la sécurité des traitements des données personnelles, dans le cadre de l'application des articles 5 et 32 du RGPD, comme le rappelle l'agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) dans son guide de recommandations relatives à l'authentification multifacteur et aux mots de passe.

Si l'efficacité d'un mot de passe est souvent réduite à sa « force », une politique efficace en la matière doit définir une série d'éléments indispensables, tels que :

- La longueur des mots de passe,
- La complexité des mots de passe,
- Le délai d'expiration des mots de passe,
- Les mécanismes de contrôle de leur robustesse et la limitation d'essais d'authentification,
- La méthode de conservation des mots de passe et la gestion de l'historique des événements liés à l'authentification,
- La règle pour retrouver ses accès en cas de perte ou de vol de mot de passe,
- L'utilisation d'un coffre-fort de mots de passe.

Niveau de sensibilité	Longueur minimale en nombre de caractères	Taille de clé équivalente en bits [5]
Faible à moyen	Entre 9 et 11	~ 65
Moyen à fort	Entre 12 et 14	~ 85
Fort à très fort	Au moins 15	> 100

TABLE 3 – Recommandations concernant les longueurs minimales des mots de passe

© ANSSI

Quels sont les avantages d’instaurer une politique de mot de passe ?

La mise en place d’une politique de mot de passe apporte de nombreux bénéfices pour une entreprise. L’objectif principal est d’éviter ou de réduire les attaques informatiques visant à violer l’accès à vos données et usurper l’identité de vos collaborateurs : attaques par force brute, attaques sur le protocole d’authentification, vol du moyen d’authentification...

Elle présente également l’avantage d’instaurer un cadre pour vos utilisateurs, en vue d’appliquer une série de bonnes pratiques et de consignes à respecter pour la création et la gestion des mots de passe. La plupart des cyberattaques se produisent à partir de failles humaines. En limitant ces maillons faibles, vous limitez ainsi les risques pour votre entreprise.

Choisir un mot de passe sécurisé : la méthode des 3 mots aléatoires

10 bonnes pratiques pour une politique de mot de passe efficace

Selon l’ANSSI, l’authentification multifacteur fait partie des mécanismes qui permettent de renforcer la sécurité de l’authentification par mot de passe, en ajoutant un ou plusieurs éléments supplémentaires requis pour s’authentifier avant d’accéder à un service.

Une authentification multifacteur permet de prouver l’identité d’un utilisateur par la vérification de plusieurs éléments, appelés facteurs d’authentification. Chacun des facteurs d’authentification mis en œuvre doit appartenir à une catégorie de facteur différente. L’absence d’un des facteurs nécessaires à une authentification multifacteur doit faire échouer l’authentification.

Voici une série de 10 conseils pratiques à mettre en place pour sécuriser l’accès à vos données :

1. **Imposer une longueur minimale pour les mots de passe** (plusieurs centaines de caractères),

2. **Définir les règles sur la complexité des mots de passe** (caractères numériques, alphanumériques, en minuscules, en majuscules, comprenant des caractères spéciaux, etc.),
3. **Configurer un délai d'expiration des mots de passe**, avec une période relativement courte pour les comptes très sensibles (3 à 6 mois par exemple),
4. **Exiger des mots (ou phrases) de passe robustes**, suffisamment longs et complexes pour résister aux attaques, en évitant les mots du dictionnaire ou encore des citations connues,
5. **Astreindre l'utilisation d'un mot de passe différent pour chaque service utilisé**, afin de limiter la compromission d'un mot de passe auquel l'utilisateur est inscrit,
6. **Interdire la réutilisation d'un ancien mot de passe**, même si celui-ci est robuste et aléatoire,
7. **Protéger les mots de passe de vos utilisateurs** en proscrivant les post-it collés sur l'écran, les fichiers enregistrés sur le poste utilisateur pour les mémoriser, ou encore l'envoi par email ou via des messageries instantanées,
8. **Éviter les mots de passe comprenant des informations personnelles** (nom, prénom ou date de naissance),
9. **Modifier les mots de passe créés par défaut** et renseignés dans la documentation d'un éditeur de solution ou en ligne,
10. **Mettre en place un coffre-fort de mots de passe**, qui permet de générer une série de caractères longs et complexes, sans avoir besoin de les mémoriser ni de les stocker de manière non sécurisée.

Les meilleurs gestionnaire de mots de passe



NordPass

Un gestionnaire de mots de passe ultra-sécurisé

[Aller sur le site](#)



LockPass

Un gestionnaire de mots de passe français certifié par l'ANSSI

[Aller sur le site](#)



KeePass

Un gestionnaire de mots de passe gratuit



Bitwarden

Un gestionnaire de mots de passe gratuit et open source pour stocker des informations sensibles

Chiffrement et protection des données dans le client Windows

<https://learn.microsoft.com/fr-fr/windows/security/encryption-data-protection>

- Article 19/02/2023

Lorsque les gens voyagent avec leur ordinateur et leurs appareils, leurs informations confidentielles sont acheminées avec eux. Chaque fois que des données confidentielles sont stockées, elles doivent être protégées contre tout accès non autorisé, que ce soit par le vol d'appareils physiques ou par des applications malveillantes. Les fonctionnalités de chiffrement et de protection des données sont les suivantes :

- Disques durs chiffrés
- BitLocker

Disques durs chiffrés

Le disque dur chiffré utilise le chiffrement rapide fourni par le chiffrement de lecteur BitLocker pour améliorer la sécurité et la gestion des données. En déchargeant les opérations de chiffrement sur le matériel, les disques durs chiffrés augmentent les performances de BitLocker et réduisent l'utilisation du processeur et la consommation d'énergie. Étant donné que les disques durs chiffrés chiffrent rapidement les données, les appareils d'entreprise peuvent étendre le déploiement BitLocker avec un impact minimal sur la productivité.

Les disques durs chiffrés fournissent :

- Meilleures performances : le matériel de chiffrement, intégré au contrôleur de lecteur, permet au lecteur de fonctionner à un débit de données complet sans dégradation des performances.
- Sécurité renforcée basée sur le matériel : le chiffrement est toujours « activé » et les clés de chiffrement ne quittent jamais le disque dur. L'authentification utilisateur est effectuée par le lecteur avant qu'il ne se déverrouille, indépendamment du système d'exploitation.
- Facilité d'utilisation : le chiffrement est transparent pour l'utilisateur et il n'a pas besoin de l'activer. Les disques durs chiffrés sont facilement effacés à l'aide de la clé de chiffrement embarquée ; il n'est pas nécessaire de chiffrer à nouveau les données sur le lecteur.
- Coût de possession réduit : il n'est pas nécessaire d'utiliser une nouvelle infrastructure pour gérer les clés de chiffrement, car BitLocker utilise votre infrastructure existante

pour stocker les informations de récupération. Votre appareil fonctionne plus efficacement, car il n'est pas nécessaire d'utiliser les cycles de processeur pour le processus de chiffrement.

Les disques durs chiffrés sont une nouvelle classe de disques durs qui sont autochiffrés au niveau du matériel et permettent un chiffrement matériel de disque complet.

BitLocker

Le chiffrement de lecteur BitLocker est une fonctionnalité de protection des données intégrée au système d'exploitation, qui s'attaque aux menaces que constituent le vol ou l'exposition de données provenant des ordinateurs perdus, volés ou mis hors service de façon inappropriée.

BitLocker fournit un chiffrement pour le système d'exploitation, les données fixes et les lecteurs de données amovibles, à l'aide de technologies telles que l'interface de test de sécurité matérielle (HSTI), la veille moderne, le démarrage sécurisé UEFI et le module de plateforme sécurisée.

Windows améliore constamment la protection des données en améliorant les options existantes et en fournissant de nouvelles stratégies.

Chiffrement des données personnelles (PDE)

(S'applique à : Windows 11, version 22H2 et ultérieures)

Le chiffrement des données personnelles (PDE) est une fonctionnalité de sécurité introduite dans Windows 11, version 22H2, qui fournit des fonctionnalités de chiffrement supplémentaires à Windows. PDE diffère de BitLocker en ce qu'il chiffre des fichiers et du contenu individuels au lieu de volumes et de disques entiers. PDE se produit en plus d'autres méthodes de chiffrement telles que BitLocker.

PDE utilise Windows Hello Entreprise pour lier des clés de chiffrement de données aux informations d'identification de l'utilisateur. Cette fonctionnalité peut réduire le nombre d'informations d'identification que l'utilisateur doit mémoriser pour accéder au contenu. Par exemple, lors de l'utilisation de BitLocker avec un code confidentiel, un utilisateur doit s'authentifier deux fois : une fois avec le code confidentiel BitLocker et une deuxième fois avec des informations d'identification Windows. Cette exigence exige que les utilisateurs mémorisent deux informations d'identification différentes. Avec PDE, les utilisateurs n'ont besoin d'entrer qu'un seul ensemble d'informations d'identification via Windows Hello Entreprise.

Étant donné que PDE utilise Windows Hello Entreprise, PDE est également convivial en raison des fonctionnalités d'accessibilité disponibles lors de l'utilisation de Windows Hello Entreprise.

Contrairement à BitLocker qui libère des clés de chiffrement des données au démarrage, PDE ne libère pas les clés de chiffrement des données tant qu'un utilisateur ne se connecte pas à l'aide de Windows Hello Entreprise. Les utilisateurs ne pourront accéder à leur contenu protégé par PDE qu'une fois qu'ils se sont connectés à Windows à l'aide de Windows Hello Entreprise. En outre, PDE a la possibilité d'ignorer également les clés de chiffrement lorsque l'appareil est verrouillé.

Notes

PDE peut être activé à l'aide de stratégies GPM. Le contenu à protéger par PDE peut être spécifié à l'aide [d'API PDE](#). Il n'existe aucune interface utilisateur dans Windows pour activer PDE ou protéger le contenu à l'aide de PDE.

RECOMMANDATIONS SUR LE NOMADISME NUMÉRIQUE

GUIDE ANSSI (Extrait)

https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2018/10/guide_nomadisme_anssi_pa_054_v1.pdf

2.3 Risques Le lieu de connexion du travailleur nomade peut présenter des niveaux de sécurité variables selon l'environnement. Cela dépend non seulement de la protection physique et logique du lieu (contrôle d'accès par badge, surveillance), mais également du fait que les locaux sont partagés ou non entre plusieurs entités. Un des cas les plus sensibles est celui où l'utilisateur travaille depuis un espace complètement ouvert au public (cafétéria, bibliothèque, etc.). De même, le domicile à partir duquel un utilisateur fait du télétravail est à considérer comme un lieu non maîtrisé, car il est très difficile d'évaluer de façon pérenne l'environnement du point de vue de la sécurité. Ainsi, la principale caractéristique du nomadisme est le degré d'exposition de l'information, en raison de la localisation de l'utilisateur dans des lieux n'ayant pas les moyens de protection physique habituellement mis en œuvre dans les locaux de l'entité. C'est le cas par exemple :

- lorsque l'on travaille à l'hôtel pendant un déplacement professionnel ;
- pendant le trajet domicile-travail, dans les transports en commun ;
- lorsque l'on travaille dans des salles d'attentes ou tout autre lieu public ;
- lorsque l'on se connecte depuis un espace de co-working. Dans tous ces lieux de travail non maîtrisés par l'entité, les risques suivants sont exacerbés :
 - la perte ou vol de matériel ;
 - la compromission du matériel, par exemple pendant une absence temporaire de l'utilisateur ;
 - la compromission des informations contenues dans le matériel volé, perdu ou emprunté ;
 - l'accès illégitime au SI de l'entité (et donc la compromission de celui-ci) ;
 - l'interception voire altération des informations (perte de confidentialité et/ou d'intégrité).

Ainsi, il est considéré que le lieu de travail d'un utilisateur nomade peut difficilement apporter des garanties de sécurité suffisantes par rapport au besoin de protection des informations auxquelles l'utilisateur a accès lors de son activité professionnelle nomade. .
Objectif L'objectif d'un SI nomadisme est de réussir à tendre vers un niveau de sécurité le plus proche possible de celui du SI interne de l'entité, en répondant aux risques d'exposition plus forts listés ci-dessus. Des mesures spécifiques au nomadisme et au télétravail doivent être définies dans la PSSI de l'entité concernée.

R1

Intégrer le nomadisme dans la PSSI de l'entité

L'entité doit mettre à jour sa PSSI, c'est-à-dire redéfinir les objectifs de sécurité à atteindre, les acteurs concernés ainsi que les moyens mis en œuvre pour accomplir la cible de sécurité de son SI nomadisme.

3.2 Utilisateur nomade

3.2.1 Inventaire

Certaines catégories d'utilisateurs, ou bien certaines applications, du fait de leur sensibilité, doivent

être exclues du périmètre du nomadisme.

R2

Réaliser l'inventaire des activités des utilisateurs compatibles avec le nomadisme

Il est important d'identifier quels sont les métiers qui sont éligibles au nomadisme et au télétravail. Le travail en dehors des locaux de l'entité peut être interdit par exemple pour les raisons suivantes :

- parce que le niveau de sensibilité des données ou de l'activité est trop élevé ;
- pour des contraintes réglementaires ;
- parce qu'il existe des restrictions liées au métier (utilisation de matériel spécifique par exemple).

Il est important de bien tenir à jour la liste des utilisateurs nomades, comme cela doit être fait pour la gestion en général des utilisateurs de l'entité. Il faut surveiller le statut des utilisateurs nomades, et notamment s'assurer que dans le cas d'un changement de fonction, ils n'exercent pas ensuite une activité incompatible avec le nomadisme numérique. De même, il est possible de catégoriser les utilisateurs nomades en fonction du niveau de risque auquel ils sont exposés, et d'appliquer des règles spécifiques selon cette catégorisation (accès restreint, etc.). Par exemple, cela peut tenir compte de la localisation géographique de l'utilisateur nomade, lors de ses déplacements professionnels.

R3

Maîtriser la gestion des utilisateurs nomades

Il faut documenter et mettre en place des procédures pour gérer correctement les changements dans le groupe d'utilisateurs nomades. Il faut définir au minimum des procédures pour les arrivées, les mutations et les départs des utilisateurs. Celles-ci doivent être formalisées, validées et appliquées strictement. Elles concernent notamment :

- la gestion et la révocation des comptes et des droits d'accès au SI nomadisme ;
- le changement de catégorie de l'utilisateur nomade ;
- la gestion des équipements mobiles nomades.

3.2.2 Sensibilisation

Le comportement de l'utilisateur nomade est susceptible de provoquer des situations à risques, favorisant, par exemple :

- le vol ou la compromission de matériel et d'informations ;
- des indiscretions et fuites d'informations.

Il est donc indispensable de mettre en place des campagnes de sensibilisation spécifiques pour tous

Les futurs utilisateurs nomades, afin que ceux-ci soient bien conscients des risques liés à ce mode de travail particulier.

R4

Sensibiliser et former les utilisateurs nomades

Les utilisateurs doivent suivre des formations à la sécurité numérique. Ils doivent maîtriser parfaitement les outils, connaître les risques et les comportements à adopter en fonction de leur lieu de travail et des circonstances. La charte informatique de l'entité doit également intégrer les règles d'usage liées au nomadisme.

Comment bloquer les clés USB par GPO ?

3 pages

26/10/2020 Florian Burnel 6353 Views 3 Commentaires GPO, Stratégie de groupe, USB, Windows 3 min read

<https://www.it-connect.fr/comment-bloquer-les-cles-usb-par-gpo/>

Sommaire [-]

I. Présentation

II. Bloquer tous les périphériques de stockage USB par GPO

III. Bloquer les clés USB sur un PC en Workgroup

I. Présentation

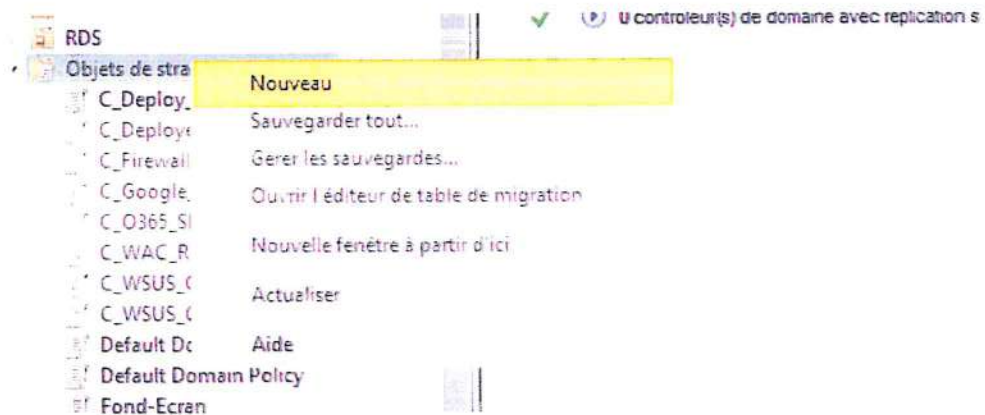
Les périphériques USB, et notamment les clés USB, représentent un vrai danger, car on y stocke tout et n'importe quoi, et surtout elles trainent d'un PC à l'autre. C'est un excellent moyen de propager des logiciels malveillants (virus, malware, etc). Certaines entreprises préfèrent tout simplement les bloquer. Pour y parvenir sur un parc de machines Windows, l'utilisation des stratégies de groupe s'avère être un bon moyen pour bloquer les clés USB, les disques durs externes, etc.

→ Même si vous ne déployez pas ce paramètre sur vos postes de travail, c'est également une manière de sécuriser vos serveurs physiques.

L'utilisation de cette GPO nécessite de cibler au minimum Windows 7 et d'avoir un Active Directory avec un schéma en version 44 au minimum. Cette version correspond à Windows Server 2008. Bien entendu, puisque ça fonctionne pour Windows 7, ça fonctionnera pour Windows 10.

II. Bloquer tous les périphériques de stockage USB par GPO

Sur votre contrôleur de domaine, ouvrez la console "Editeur de gestion des stratégies de groupe" et créez une nouvelle GPO via un clic droit.



Nommez cette nouvelle GPO... puis modifiez-la une fois que c'est fait.

Il y a deux façons de voir les choses :

Configurer le paramètre au niveau ordinateur pour appliquer la restriction sur l'intégralité des sessions utilisateur sur le PC

Configurer le paramètre au niveau utilisateur pour appliquer la restriction seulement sur les utilisateurs sur lesquels s'applique la GPO (liaison sur les OUs)

Voici le chemin vers le dossier qui contient tous les paramètres (idem pour les utilisateurs dans "Configuration utilisateur") :

Configuration ordinateur > Stratégies > Modèles d'administration > Système > Accès au stockage amovible

Ici, nous pouvons voir qu'il y a de nombreux paramètres pour la gestion de l'accès aux périphériques de stockage amovibles. On peut bloquer seulement le lecteur CD/DVD, seulement les disques amovibles (clé USB / disque externe), etc...

Il y a un paramètre radical qui se nomme "Toutes les classes de stockage amovible : refuser tous les accès" (All Removable Storage Classes: Deny All Access) et qui permet tout simplement de bloquer tous les périphériques de stockage : CD, DVD, disquette, clé USB, carte mémoire, disque externe, etc.

Vous devez l'activer si c'est ce que vous souhaitez.

Il y a une autre alternative, certes elle n'offre pas le même niveau de protection, mais elle est pertinente : Disques amovibles : refuser l'accès en exécution (Removable Disk: Deny write access). Ce paramètre vous permet d'autoriser les clés USB, mais seulement pour le transfert de données. Autrement dit, il n'est pas possible d'exécuter un script ou un programme qui serait stocké sur la clé USB.

Dès lors que la GPO est prête et appliquée sur vos postes ou utilisateurs ciblés, il faut tester cette GPO. Vous devrez vous connecter sur un PC et réaliser un "gpupdate /force". Lorsqu'une clé USB sera connectée sur le PC, un message accès refusé va s'afficher à l'écran.

III. Bloquer les clés USB sur un PC en Workgroup

Si vous avez un PC autonome, en workgroup notamment, sur lequel vous souhaitez bloquer l'utilisation des périphériques de stockage USB, il est possible de désactiver complètement le pilote USBSTOR qui correspond aux périphériques de type "USB Mass Storage Driver".

Pour réaliser cette action facilement sur le PC, il suffit de modifier une clé de registre. PowerShell va nous permettre de le faire avec cette simple commande :

```
Set-ItemProperty "HKLM:\SYSTEM\CurrentControlSet\services\USBSTOR" -Name Start -Value 4
```

Cela revient à modifier cette valeur dans le registre :

Note : pour revenir à l'état initial et réactiver le pilote, il est nécessaire de repasser la valeur sur 3 au lieu de 4.

Suite à l'exécution de cette commande, il faudra redémarrer le PC pour prendre en compte la modification. Dans le Gestionnaire de périphériques, il y aura une erreur sur l'USB suite à cette modification... Une autre manière de faire, c'est d'activer le paramètre que l'on a vu précédemment dans la stratégie de groupe locale. L'accès à la stratégie de groupe s'effectue via la commande suivante :

gpedit.msc

La suite vous la connaissez, c'est le même paramètre que pour la GPO du domaine.

Il ne vous reste plus qu'à prévenir vos utilisateurs et à préparer votre argumentaire, car il y a des chances qu'ils ne soient pas ravis par ce changement.

RGPD & CHARTE INFORMATIQUE

<https://www.cyber-cover.fr/cyber-documentation/rgpd/rgpd-elaborez-votre-charte-informatique-en-9-points-cles> (pas de date)

Une charte informatique régleme les usages des outils informatiques mis à la disposition des salariés d'une entreprise et contribue à la mise en œuvre de mesures organisationnelles appropriées afin de garantir un niveau de sécurité recommandées par le RGPD. Découvrez les 9 points clés nécessaires à l'élaboration d'une charte informatique.

Avec l'entrée en application le 25 Mai 2018 du Règlement Général sur la Protection des Données Personnelles (RGPD ou GPRD), la sécurité des systèmes d'information et des données est devenue une priorité pour les organisations, le RGPD renforçant par ailleurs les niveaux de sanction applicables au travers de la CNIL. A ce titre, l'article 32 du RGPD prévoit notamment que le responsable du traitement et le sous-traitant mettent en œuvre les mesures techniques et organisationnelles appropriées afin de garantir un niveau de sécurité adapté au risque. Dans cette logique, la CNIL insiste sur la nécessité de « faire prendre conscience à chaque utilisateur des enjeux en matière de sécurité et de vie privée », la **mise en œuvre d'une charte informatique** s'inscrivant clairement dans ce processus.

Charte informatique : les 9 points clés recommandés dans le cadre du RGPD

Suivant les recommandations de l'ANSSI et de la CNIL, vous trouverez ci-dessous les 9 points clés essentiels à l'élaboration d'une telle charte.

1. Objectifs de la charte informatique

La charte d'utilisation des moyens informatiques a pour finalité de contribuer à la préservation de la sécurité du système d'information de l'entité et fait de l'utilisateur un acteur essentiel à la réalisation de cet objectif, à qui il incombe une utilisation raisonnée et responsable des ressources informatiques et technologiques de l'entité mises à sa disposition.

La charte doit être rédigée de manière compréhensible par chacun des utilisateurs et pourra au besoin servir de support juridique en cas de contentieux.

Elle recense :

- les usages permis des moyens informatiques mis à sa disposition ;
- les règles de sécurité en vigueur ;
- les mesures de contrôle prises par l'employeur ;

- les sanctions encourues par l'utilisateur.

2. *La charte informatique doit contenir des définitions précises des termes clés du document.*

- Vos collaborateurs doivent comprendre leurs engagements et vous devez veiller à éviter toute mauvaise interprétation des termes employés.
- Les définitions doivent tenir compte des spécificités propres à votre entreprise.

3. *La charte informatique doit contenir des définitions précises des termes clés du document.*

- Vos collaborateurs doivent comprendre leurs engagements et vous devez veiller à éviter toute mauvaise interprétation des termes employés qui doivent tenir compte des spécificités de votre entreprise.

4. *La charte informatique doit clairement rappeler son objet et sa portée.*

- Elle précise les droits et devoirs de l'utilisateur / de vos collaborateurs. À noter que, selon le niveau de responsabilité et d'habilitation de vos utilisateurs, la charte peut différer, avec des devoirs étendus notamment pour l'administrateur de votre réseau.

5. *La charte informatique doit préciser les usages validés au sein de l'entreprise*

Afin de définir les usages il convient au préalable de faire le travail suivant :

- Recenser les besoins auxquels le système d'information doit répondre.
- Répertorier l'ensemble des moyens informatiques et outils numériques mis à disposition des utilisateurs (ordinateur, poste de travail nomade, imprimante, smartphone, supports de stockage amovibles, serveurs de partage de fichier, applications web, applications métier..)
- Déterminer les règles d'utilisation de ces moyens et les interdictions (cf détail des bonnes pratiques dans « Conseil Bonnes pratiques pour sécuriser son réseau informatique au sein de l'entreprise »)

6. *La charte informatique doit définir les devoirs des utilisateurs au sein de l'entreprise*

- Il s'agit de sensibiliser les collaborateurs sur leur responsabilité et rôle essentiel dans la protection du système d'information avec lequel ils travaillent.
- Les devoirs découlent des usages et moyens informatiques utilisés ; L'utilisateur est notamment tenu par des obligations générales telles que la confidentialité, la discrétion, la loyauté ou la vigilance.

Quelques exemples :

- ne communiquer d'informations qu'aux personnes ayant besoin d'en connaître ;
- utiliser les moyens mis à sa disposition pour chiffrer les informations de l'entité ;
- les moyens d'authentification doivent rester strictement personnels et ne pas être communiqués à un tiers
- utiliser les mots de passe qui respectent les bonnes pratiques en vigueur...

7. La charte informatique doit lister les moyens de contrôle mis en place par l'entreprise afin de veiller au respect de la charte.

Il convient de lister les mesures et les conditions dans lesquelles elles sont mises en œuvre (conservation des données de connexion, chiffrement des données, déchiffrement de flux https, gestion stricte des accès, contrôle des messageries professionnelles, etc.). Ces mesures devront être proportionnées à l'objectif poursuivi.

8. La charte informatique doit lister les sanctions prévues par l'entreprise en cas de non-respect de la charte.

Une charte informatique ne prend tout son sens que si elle est respectée par vos collaborateurs....

9. La charte informatique doit être validée par les salariés de l'entreprise et signée par ces derniers.

Il est d'usage d'expliquer cette charte à l'entrée des collaborateurs et de l'annexer éventuellement au contrat de travail ou au règlement intérieur de l'entreprise. L'élaboration d'une charte d'utilisation des moyens informatiques et des outils numériques est un moyen :

- de sécuriser le système d'information en responsabilisant vos collaborateurs à une bonne hygiène informatique.
- de renforcer leur vigilance face à certaines négligences qui conduiraient votre entreprise à faire face à une cyber attaque.

Choisissez la bonne architecture

<https://openclassrooms.com/fr/courses/1946106-securisez-votre-reseau-grace-aux-vpn-et-firewall/5241641-choisissez-la-bonne-architecture> (Mis à jour le 14/05/2021)

Maintenant que vous savez ce qu'est un firewall et comment l'on définit une politique de sécurité, voyons de quelles façons vous pouvez positionner votre firewall. On parle en fait d'architecture, car il n'y a pas qu'une seule façon de faire et chaque architecture répond à un besoin précis, que nous allons voir dans ce chapitre.

Allez, c'est parti.

Appliquez la bonne architecture en fonction de vos besoins

Comme pour les politiques de sécurité, il n'existe pas une architecture parfaite vous permettant de sécuriser n'importe quelle entreprise. En effet, vous devrez adapter votre architecture aux besoins de votre entreprise ou celle de votre client.

Il faudra, pour cela, prendre en compte :

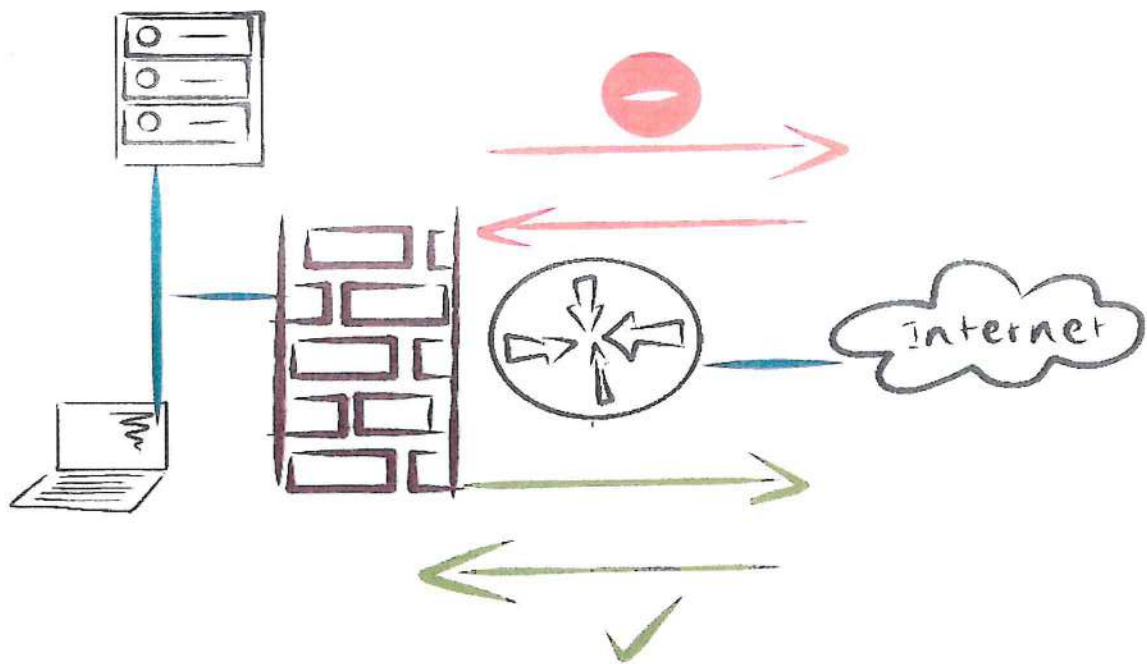
- Son matériel : a-t-il des serveurs ?
- Ses besoins : ses serveurs sont-ils accessibles depuis Internet ?
- Le degré de confidentialité de ses données : possède-t-il les données personnelles de ses clients ?
- Le risque : est-ce une entreprise à risque (qu'un pirate voudrait plus particulièrement attaquer qu'un autre) ?
- Le besoin de contrôle : quel contrôle votre client veut-il avoir sur ce qui se passe sur son réseau ?

Vous allez découvrir tout de suite qu'il existe de nombreuses architectures vous permettant de répondre aux besoins de votre client.

L'architecture simple (couche réseau et transport)

C'est l'architecture que vous avez déjà pu voir lors du premier chapitre.

Le firewall est simplement positionné entre le LAN et le WAN.



C'est l'architecture la plus connue et la plus utilisée :

- On filtre au niveau des adresses IP (couche 3) et des ports TCP/UDP (couche 4).
- On autorise les règles définies dans la politique de sécurité.
- Cette solution est peu coûteuse, un hardware peu puissant combiné à un firewall open source est suffisant.
- Il faut que l'administrateur cloud et infrastructure ait une bonne connaissance des règles à appliquer.
- Elle ne permet pas de filtrage sur les services tels que HTTP ou FTP (il est impossible d'empêcher du peer-to-peer par exemple).

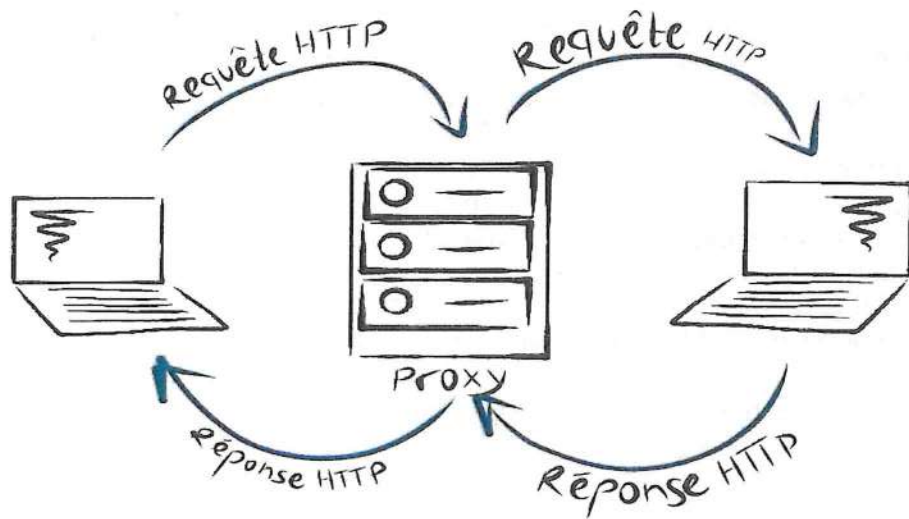
Je vous conseille d'utiliser cette architecture lorsque le client ne possède pas de serveur interne ouvert sur l'extérieur.

L'architecture proxy (couche application)

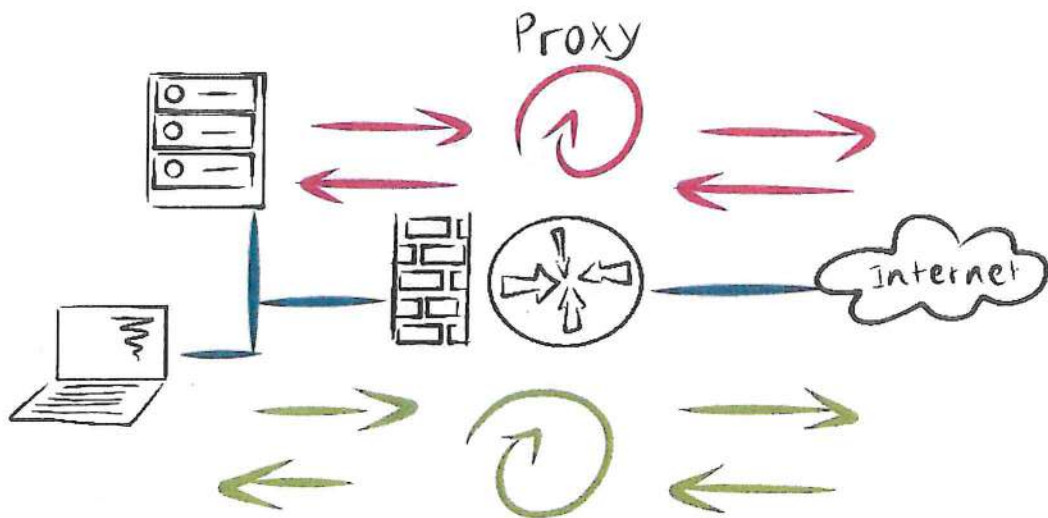
Il s'agit en fait, de la même architecture mais on ajoute un filtre, au niveau de la couche applicative. On va donc pouvoir filtrer des protocoles tel que HTTP et non pas le port HTTP (80, 443). Ceci va par exemple vous permettre d'empêcher l'utilisation du peer-to-peer.

Au fait, c'est quoi un proxy ?

Un proxy est un matériel ou un logiciel servant d'intermédiaire entre deux réseaux. Une des utilisations les plus courantes de proxy concerne l'utilisation d'Internet (HTTP). Un utilisateur, pour se rendre sur Internet, va d'abord passer par le proxy et c'est le proxy qui va envoyer la requête HTTP vers Internet.



Grâce à cette architecture, vous contrôlez donc l'utilisation complète du réseau (application, bande passante) par utilisateur.



Pour résumer cette architecture :

- Filtre la couche applicative et donc les protocoles HTTP et autre.
- Contrôle le réseau par utilisateur et donc permet de garder un historique.
- Permet de faire circuler le trafic HTTP et FTP via le proxy, en cas d'attaque, l'attaque se ferait sur le proxy et non sur le poste utilisateur.
- Permet de voir les attaques potentielles (IDS que nous verrons plus tard dans ce cours).
- Est très coûteux, plus vous avez d'utilisateurs et plus votre connexion Internet est puissante, plus vous devrez avoir un firewall puissant. Il faudra dans ce cas un investissement beaucoup plus conséquent que pour firewall de couches 3 et 4. Je me suis déjà retrouvé à configurer cette architecture avec le matériel existant d'un client, le firewall n'étant pas assez puissant nous n'avons pas eu d'autres choix que de revenir en arrière et d'acheter un nouveau routeur. L'ordre de prix peut passer de 1 à 10.

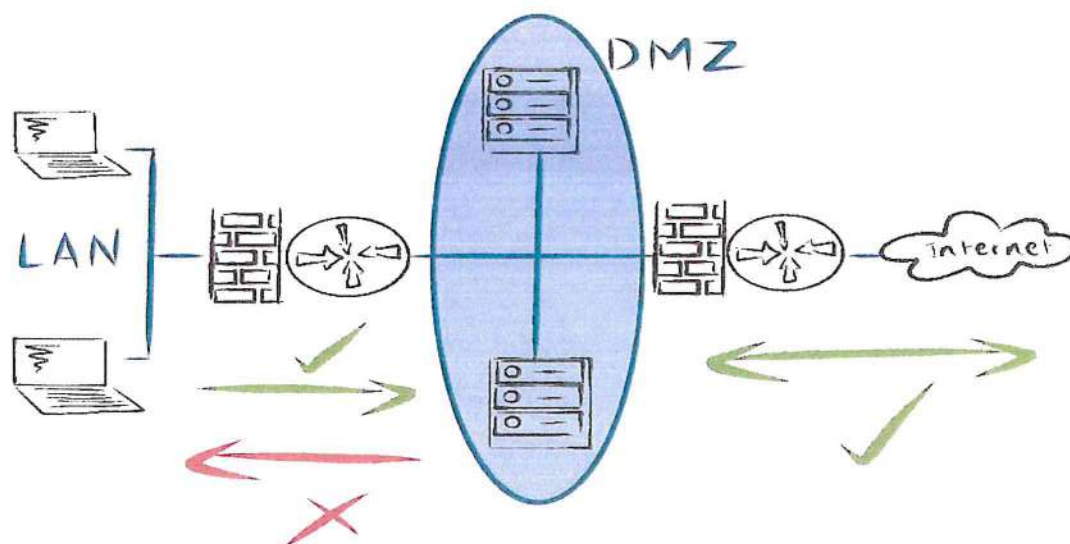
Enfin, notez qu'il est tout à fait possible de combiner le filtrage de niveau réseau et transport et filtrage de niveau applicatif.

Je vous conseille d'utiliser cette architecture pour un client ayant besoin de contrôler l'utilisation de son réseau, comme une école par exemple ou un réseau wifi libre-service. C'est dans ces cas-là que l'on trouve le plus souvent des utilisateurs dangereux (pirates), imprudents (téléchargements) ou dans l'illégalité (peer-to-peer).

La zone démilitarisée (DMZ)

La DMZ est une architecture qui permet de sécuriser votre réseau local, alors même que vous voulez le rendre accessible sur Internet.

Imaginez que votre client souhaite vendre ses produits sur le Web, vous configurerez le PAT (regardez notre cours sur CISCO [ici](#)) sur le routeur relié à Internet. Mais en rendant son serveur accessible depuis Internet, vous rendez son LAN vulnérable aux attaques venues de l'extérieur.



La DMZ vous permet de rendre votre serveur accessible sur le Web tout en sécurisant votre LAN. Ceci est possible grâce à l'ajout d'un deuxième firewall entre le LAN et les serveurs. L'idée est la suivante :

- une règle permet au Web de se rendre sur le serveur, par le routeur/firewall externe. L'accès est autorisé selon le protocole voulu (HTTP par exemple). Tous les autres services doivent être désactivés et la connexion ssh ne doit pas pouvoir se faire depuis le WAN.
- Une autre règle permet au LAN de se rendre sur le serveur (par SSH par exemple), tout en empêchant le serveur de se rendre sur le LAN. Ainsi, même s'il venait à se faire pirater, le serveur ne pourrait pas contaminer le LAN.

Notez qu'il est encore une fois possible d'y ajouter les concepts des deux premières architectures.

Vous l'avez compris, mais je vous le redis quand même, c'est cette architecture que je vous conseille d'utiliser si votre client dispose d'un serveur accessible depuis le WEB.

Vous pouvez ajouter à toutes ces architectures l'architecture NAT que vous pouvez consulter [ici](#). Le NAT, en cachant les adresses IP du LAN, protège les utilisateurs contre les attaques directes et contre l'écoute du réseau depuis l'extérieur.

Voilà, vous avez pu, au cours de cette première partie, mieux visualiser ce qu'est un firewall et ce qu'il peut faire. Avec les quelques architectures vues dans ce chapitre, vous pouvez de plus répondre à la majorité des besoins que vous rencontrerez dans votre carrière. Dans la prochaine partie, vous rentrerez un peu plus au cœur des firewalls et apprendrez à rédiger des règles firewall ainsi qu'à vous protéger contre les principales attaques.

Ce qu'il faut retenir

- Il n'existe pas d'architecture parfaite, mais une architecture en fonction des besoins.
- L'architecture simple, basée sur les couches réseau et transport vous permet de filtrer un grand nombre d'attaques et est très peu coûteux. Cependant, vous ne pouvez pas filtrer au niveau applicatif.
- L'architecture par proxy, basée sur la couche applicative, vous permet justement de filtrer sur les protocoles tels que HTTP, ou FTP. Elle vous permet aussi de voir d'éventuelles attaques et de journaliser les actions des utilisateurs locaux. Elle est cependant très coûteuse et le firewall doit, par conséquent, être bien dimensionné.
- L'architecture DMZ vous permet de rendre un serveur accessible depuis le Web et de sécuriser votre LAN, grâce à l'ajout d'un deuxième routeur/firewall.
- L'architecture NAT protège aussi le LAN contre les attaques directes et contre l'écoute du réseau.

Sécurité wifi : comment renforcer son réseau sans fil

<https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/securite/securite-wifi-mesures-de-protection-pour-votre-reseau/> (14.08.19 | Sécurité)

Que vous ayez un réseau privé ou que vous utilisiez celui d'une entreprise, la sécurité devrait toujours être la priorité. Les réseaux traditionnels câblés sont intrinsèquement plus sûrs que les réseaux sans fil, et mieux protégés des attaques extérieures. Sans **accès physique aux câbles**, qui sont en général situés à l'intérieur d'un bâtiment, des étrangers ne peuvent ni accéder aux données ni les lire.

Pour ceux qui souhaitent néanmoins avoir recours à la praticité d'un réseau sans fil, il faut faire face à d'importants problèmes de sécurité. En effet, les informations ne sont pas transmises au moyen d'un câble, mais l'espace public, et la portée est au lieu d'être déterminée par la longueur du câble, dépend de la **force des signaux radio**. Lorsqu'un appareil est connecté à un réseau sans fil, ou wifi, un hacker a seulement besoin d'un **récepteur** qui se trouve dans le cercle des signaux radios émis. Il est donc important d'assurer une sécurité wifi maximale afin de pouvoir utiliser les réseaux de communication sans fil sans aucune restriction.

Sommaire

1. [Qu'est-ce que le wifi au juste ?](#)
2. [Les points faibles des réseaux wifi](#)
3. [Sécuriser un réseau wifi : une question de conséquences](#)
4. [D'autres conseils utiles concernant les mesures de sécurité wifi](#)

Qu'est-ce que le wifi au juste ?

Le wifi est un ensemble de protocoles de communication sans fil qui permet de relier entre eux plusieurs appareils informatiques grâce à des ondes radio, c'est-à-dire sans fil. Ce type de connexion est principalement utilisé lorsqu'il est trop compliqué, trop cher ou impossible de connecter les appareils d'un réseau avec des câbles. Mais il est également possible de mettre en place un réseau sans fil uniquement pour des raisons pratiques. Les connexions sans fil sont largement répandues notamment **chez les particuliers**, car elles constituent un excellent moyen d'accéder à Internet dans tout le logement sans avoir à connecter des fils partout. Les réseaux wifi sont également utiles dans les bureaux, en particulier lorsque l'on y utilise de nombreux appareils portables, comme des ordinateurs ou des tablettes.

Il existe 3 modes de fonctionnement différents pour les réseaux sans fil :

- **Le mode infrastructure** : la structure de ce mode est similaire à celle du réseau mobile. Un point d'accès sans fil prend en charge la coordination de tous les utilisateurs du réseau et leur envoie, à des intervalles définies, des petits paquets de données comprenant des informations sur le nom du réseau, les échéances de transmission et le type de connexion. C'est souvent un routeur qui joue le rôle de point d'accès.
- **Le système de distribution sans fil** : dans la mesure où le wifi utilise le même type d'adressage que l'Ethernet, il est facile de se connecter au réseau câblé (ou tout autre réseau radio). On relie les réseaux de cette manière par exemple pour accroître la portée,

c'est pourquoi l'on parle de réseau de distribution sans fil, c'est à dire de propagation sans fil.

- **Le mode ad-hoc** : dans le mode ad-hoc, il n'existe pas d'unité de contrôle standard, donc la coordination est prise en charge par les terminaux respectifs. Ces réseaux sont utilisés pour des communications rapides et directes entre des participants individuels. Toutefois, ce mode de wifi n'est pas très répandu, les utilisateurs lui préférant souvent des alternatives comme Bluetooth.

Les points faibles des réseaux wifi

Le cadre des données pour la communication avec des réseaux sans fil a été défini par la norme IEEE 802.11 de l'*Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE). Au début toutefois, la sécurité n'était pas forcément une préoccupation majeure pour le wifi. Les transmissions non chiffrées et l'absence d'identification des utilisateurs garantissaient à n'importe qui dans le rayon de portée correspondant l'accès à tout le réseau. Le besoin de sécuriser les réseaux wifi se fit alors sentir et permit de développer des mesures de sécurité pour le wifi, à savoir les techniques de chiffrement et d'identification suivantes :

- **Wired Equivalent Privacy (WEP)** : le WEP est le plus ancien protocole de chiffrement, mis au point en 1997. Il propose deux systèmes d'identification : le système ouvert, dans lequel tous les clients ont accès au réseau, et l'authentification par clé partagée, comprenant un mot de passe partagé. Le WEP comprend par ailleurs une méthode de chiffrement RC4. S'il a été pionnier en son temps, le WEP présente de nombreuses faiblesses, et il est aujourd'hui considéré comme perméable et obsolète.
- **L'accès réseau protégé (WPA, de l'anglais *Wi-Fi Protected Access*)** : le WPA est construit sur l'architecture WEP, et conçu pour en supprimer les faiblesses. Pour ce faire, le WPA fonctionne avec une clé dynamique, basée sur le Temporal Key Integrity Protocol (TKIP). Dans la mesure où le WPA présente également des défaillances de sécurité, les nouveaux points d'accès sans fil (depuis 2011) et les appareils conçus pour le wifi (depuis 2012) ne sont officiellement plus compatibles avec ce protocole.
- **L'accès réseau protégé (WPA 2)** : avec les normes IEEE 802.11i en 2004 apparut également le mode de chiffrement et d'authentification plus sécurisé : WPA 2. Au lieu de TKIP, WPA 2 utilise la méthode de chiffrement AES qui est bien plus moderne. Si vous installez un réseau wifi, il est donc conseillé de préférer WPA2 aux anciens standards WEP et WPA.
- **Wi-Fi Protected Setup (WPS)** : le WPS ne correspond pas à une technologie de transmission ou de chiffrement, mais à une configuration automatique conçue pour faciliter la configuration wifi aux nouveaux utilisateurs du réseau. L'authentification se fait grâce à un bouton (WPS-PBC), physique sur le point d'accès, ou virtuel via un logiciel ou un PIN (WPS PIN). Il est également possible de changer les paramètres du réseau grâce à une clé USB ou un NFS (technologie de circuit court).

Bien que WPA2 constitue un développement plus sûr que WEP et WPA, certains opérateurs continuent d'utiliser ces normes désuètes car elles sont compatibles avec leurs points d'accès sans fil, qui permet de sécuriser le wifi. Que ce soit involontaire ou pour des **raisons de compatibilité** (pour autoriser l'accès aux appareils anciens) importe finalement peu. Il est clair que ces réseaux sont exposés à un risque important d'accès non désiré, ce qui est l'une des principales raisons de la mauvaise réputation de la sécurité du wifi. Il existe d'autres erreurs, qui sont des invitations aux pirates, et sont pourtant régulièrement commises par les opérateurs de réseau sans fil :

- **Noms d'utilisateurs et mots de passe** par défaut pour l'accès aux réseaux wifi
- **Configuration de base non sécurisée** du point d'accès wifi
- **Erreurs dans l'implémentation** des WPA2 et des WPS

De plus, les réseaux sans fil sont vulnérables aux attaques DoS et DDoS, ainsi qu'aux attaques dites *evil twin*. Ces dernières consistent à imiter le point d'accès wifi ouvert d'une entreprise ou d'une institution (une gare, un aéroport, etc.), en créant un réseau pirate qui porte le même nom. Le réseau *evil twin* répond de lui-même aux requêtes d'authentification et reçoit les données d'accès pour le wifi de la part des appareils du réseau qui ne se doutent de rien. Il reçoit aussi l'adresse MAC du client (*MAC spoofing*) et obtient ainsi toutes les données indispensables pour se connecter. Les accès wifi ouverts sont particulièrement vulnérables à ce type d'attaque.

Sécuriser un réseau wifi : une question de conséquences

La liste des attaques qu'encourent potentiellement les réseaux sans fil montre à quel point il est important de se préoccuper de la sécurité wifi. En effet, nombreux sont ceux qui sont encore convaincus qu'un mot de passe sécurisé et un pare-feu sont suffisants pour assurer une **protection maximale**. Pour assurer la protection complète d'un réseau sans fil, il est nécessaire de faire plus que d'allumer un routeur, une installation de cinq minutes et trouver un mot de passe difficile à deviner mais pas trop compliqué à entrer. Plus l'on est prudent en ce qui concerne la configuration et l'installation, plus le réseau sera sécurisé.

La base de la sécurité wifi : une bonne configuration des points d'accès réseau

Le point d'accès réseau, en général un routeur, en tant que point de contrôle central du réseau, est aussi un élément décisif en ce qui concerne sa sécurité. En effet, ce sont les réglages des **composants hardware** qui déterminent si un attaquant peut pénétrer votre réseau wifi en quelques secondes, ou bien s'il sera bloqué grâce à une protection suffisante. Voici les étapes de configuration les plus importantes.

Étape 1: installer des accès administrateurs individuels

Pour configurer un point d'accès, il faut qu'il soit administré par un logiciel d'exploitation, qui se présente dans l'interface utilisateur de votre navigateur habituel, dès que vous avez accédé à l'adresse IP du point d'accès. L'accès à cette interface se fait grâce à un compte utilisateur pourvu d'un nom d'utilisateur standard et d'un mot de passe. Ces données de connexion ne sont pas individuelles, mais identiques selon les modèles d'appareils, ce sont en général des identifiants très simples, tels que « admin » (mot de passe ou nom d'utilisateur) ou « 1234 ». Au début de la configuration, il faut donc indiquer **vos propres données de connexion pour le compte administrateur**.

Étape 2 : choisir WPA2 comme méthode de chiffrement

Pour sécuriser le wifi, il est impératif de choisir le WPA, ses prédécesseurs WPA et WEP ayant montré des risques accrus en termes de sécurité. De même, la combinaison mixte « WPA/WPA2 » n'est pas non plus conseillée. Il est judicieux de prévoir à la place des **appareils compatibles avec WPA2**, et de ne pas compter sur les anciennes méthodes de chiffrement. Si vous utilisez un logiciel de configuration WPS, il suffit de le mettre en marche uniquement lorsque c'est nécessaire.

Étape 3 : définir un mot de passe wifi sécurisé

Jusqu'à présent, WPA2 a seulement connu des attaques de mot de passe, notamment des attaques par force brute et des attaques par dictionnaire, qui sont très populaires auprès des cybercriminels. Il est donc essentiel de placer la barre très haut en ce qui concerne la sécurité du mot de passe. Il est conseillé d'avoir recours à des algorithmes de chiffrement et des listes de mots lors de l'installation du wifi : cela peut par exemple consister en un **maximum de caractères possible**, utilisant à la fois des lettres majuscules et minuscules, des chiffres et des caractères spéciaux. Il est également recommandé d'éviter les mots compréhensibles, et de **choisir plutôt des lettres au hasard**. Vous pouvez également conserver le mot de passe du wifi sur papier dans un endroit sûr, tandis que le conserver sur support numérique n'est pas recommandé.

Étape 4 : choisir un nom de réseau non identifiable

Une des mesures de sécurité pour le wifi consiste à formuler un SSID (de l'anglais *Service Set Identifiers*) non identifiable. Le SSID est le nom de votre réseau, et chaque personne qui consulte la liste des réseaux disponibles peut le voir. Par conséquent, si vous n'êtes pas un hotspot ouvert, il est recommandé de ne communiquer aucune **information personnelle** susceptible d'être rattachée à vous, votre entreprise ou votre emplacement. Pour beaucoup, cacher le nom du réseau wifi (*hidden SSID*) constitue un progrès en termes de sécurité. Cette technique ne représente toutefois pas un barrage contre les cybercriminels, et entraîne une connexion plus difficile pour les clients autorisés. En cachant le SSID de son wifi, il est aussi possible que certains appareils ne détectent plus le réseau.

Étape 5 : activer les mises à jour automatiques du logiciel d'exploitation

Pour la sécurité du wifi en général, il est indispensable que le logiciel d'exploitation du point d'accès soit en permanence à jour. Comme pour n'importe quel programme, les cybercriminels peuvent en effet exploiter des **failles de sécurité** découvertes ici, et par exemple s'approprier les droits administrateurs ou introduire des logiciels malveillants. Certains points d'accès disposent d'une **fonction de mise à jour automatique** du logiciel d'exploitation, qu'il suffit d'activer de façon sécurisée. Dans le cas contraire, il est conseillé de vérifier régulièrement si des mises à jour sont disponibles pour votre appareil, puis de les télécharger et de les installer manuellement.

Optimiser l'authentification avec IEEE 802.1X

IEEE 802.1X est un standard de sécurité basé sur les ports, qui garantit l'accès aux clients autorisés uniquement s'ils ont été vérifiés et approuvés par un **serveur d'authentification** (RADIUS). Ceci permet d'accéder à une liste prédéfinie, qui indique si le client en question est autorisé ou non à se connecter au point d'accès sans fil. La méthode d'identification repose sur l'**extensible authentication protocol (EAP)**, également compatible avec WPA 2. Cette variante est également appelée WPA2 Enterprise, WPA2-1X ou WPA2/802.1X.

D'autres conseils utiles concernant les mesures de sécurité wifi

Si vous avez configuré votre point d'accès en tenant compte des recommandations ci-dessus, votre réseau wifi présente déjà un niveau correct de protection. En fonction de l'utilisation prévue, il peut toutefois y avoir d'autres tâches à accomplir. Puisque la majorité des wifi sont connectés à un réseau, pour l'essentiel grâce à **Internet**, il est indispensable d'installer un pare-feu individuel sur votre point d'accès, afin de filtrer les connexions indésirables. Par ailleurs, il est également pertinent d'identifier et de combattre les accès indésirables à la source, grâce à des systèmes de détection d'intrusion.

Si vous souhaitez que vos clients aient accès au wifi, il est recommandé de toujours travailler avec un SSID séparé, que vous pouvez créer et configurer en plus de votre wifi professionnel. Dans tous les cas, en tant qu'opérateur wifi, vous êtes responsable de l'usage qui est fait de la

connexion, ce qui signifie que toute **atteinte au droit d'auteur(téléchargement illégal, etc.)** peut vous être directement reprochée. Pour plus de sécurité, il est conseillé de surveiller régulièrement l'utilisation de la bande passante, et de bloquer les sites douteux ainsi que les paramètres du routeur.

Si vous utilisez le wifi dans un cadre professionnel, des tests de sécurité utilisant des outils spécifiques peuvent s'avérer utiles. De cette façon, on peut **simuler des cyberattaques**, et déterminer si les mesures de sécurité wifi que l'on a prises sont efficaces. Là encore, le même principe que pour la sécurité wifi constitue la base : plus l'on est minutieux et précis, plus les résultats sont efficaces. Il est donc important de faire l'effort et d'optimiser son point d'accès sans fil. En résumé, voici les mesures essentielles à appliquer pour que votre réseau wifi devienne difficile à attaquer par les cybercriminels :

- Installer des **composants de sécurité additionnels** tels qu'IEEE 802.1X, un pare-feu ou un système de détection d'intrusion
- Maintenir le **réseau professionnel et le réseau invités séparés**
- Vérifier régulièrement si les composants réseau sont **performants et mis à jour**

Les 15 GPO les plus utilisées

<https://www.lecoindunet.com/gpo-les-plus-utilisees>



David Jovanovic 27 janvier 2022

Si vous débutez avec un Windows Server en tant que contrôleur de domaine, vous pourriez vous demander par quelle stratégie de groupe commencer. Pour vous donner quelques idées, voici les GPO les plus couramment utilisées.

Bien sûr, cette liste n'est pas exhaustive et vos stratégies devront être définies en fonction du contexte de l'entreprise. Néanmoins, elle pourra être un bon point de départ dans la construction de votre contrôleur de domaine.

Et n'oubliez pas, testez toujours vos GPO sur quelques machines avant de les déployer à grande échelle

1. Politique de mots de passe

Parmi les GPO les plus utilisées, il y a celles qui définiront votre politique de mot de passe. En effet, pour améliorer la sécurité des comptes de vos utilisateurs, il est recommandé d'exiger des mots de passe complexes. Vous pouvez également définir une durée de validité à laquelle l'utilisateur devra modifier son mot de passe.

1. Pour la paramétrer, allez dans **Configuration ordinateur – Stratégies – Paramètres Windows – Paramètres de sécurité – Stratégie de comptes – Stratégie de mot de passe**.
2. Définissez ensuite :
 - **Longueur minimale du mot de passe** : le nombre de caractères minimum du mot de passe
 - **Le mot de passe doit respecter les exigences de complexité** : cochez **Activé** pour exiger des mots de passe avec au moins 1 chiffre, 1 majuscule, 1 minuscule et 1 caractère spécial.
 - **Durée de vie maximale du mot de passe** : si vous le souhaitez, à quelle fréquence vos utilisateurs doivent changer de mot de passe.

2. Verrouillage du compte

Une autre stratégie de sécurité à ne pas négliger : le verrouillage des comptes. Pour bloquer automatiquement un compte après plusieurs tentatives infructueuses d'ouverture de session, vous devez également définir une GPO. Elle se trouve dans :

1. Allez dans **Configuration ordinateur – Stratégies – Paramètres Windows – Paramètres de sécurité – Stratégie de comptes – Stratégie de verrouillage du compte**.
2. Définissez les valeurs souhaitées pour **Durée de verrouillage des comptes**, **Réinitialiser le compteur de verrouillages du compte après** et **Seuil du verrouillage du compte**.

3. Gérer les règles du Pare-feu Windows.

Si le Pare-feu Windows est actif sur votre parc de machines, vous devrez créer des politiques spécifiques pour autoriser ou non le trafic sur votre réseau. Comme RPC/WMI pour la mise à jour des GPO à distances, le ping ou encore le bureau à distance RDP. Vous pourrez bien entendu choisir parmi les profils privés, Domaine ou Public.

1. Allez dans **Configuration ordinateur – Stratégies – Paramètres Windows – Paramètres de sécurité – Pare-feu Windows Defender avec fonctions avancés**.
2. Allez dans les **règles de trafic entrant ou sortant**.
3. Faites un clic droit puis **Nouvelle règle**.

À lire également : [3 méthodes pour forcer la mise à jour de GPO](#)

4. Restreindre l'installation de logiciels

Au risque de générer un peu de frustration, je vous recommande vivement de ne pas autoriser vos utilisateurs « lambda » à installer des logiciels. Vous conservez une meilleure maîtrise des logiciels installés, évitez que vos postes de travail soient pollués de logiciels à la noix et réduirez le risque d'exécution d'un logiciel malveillant.

Les utilisateurs sont affectés par défaut au groupe Utilisateur du domaine et ne sont pas en conséquence pas autorisés à effectuer ce genre de manœuvre. Si vous souhaitez donner plus de droits à certains utilisateurs du domaine, vous pouvez les ajouter en tant qu'utilisateur avec pouvoir ou administrateur local de la machine grâce aux groupes restreints.

Pour en savoir plus : <https://docs.microsoft.com/fr-FR/troubleshoot/windows-server/group-policy/description-of-group-policy-restricted-groups>

5. Windows Update

Toujours dans un souci de maîtrise, vous pouvez paramétrer les règles de Windows Update à l'ensemble de vos machines. Vous pouvez spécifier à quel moment installer les mises à jour, le délai avant l'installation, l'utilisation ou non d'un serveur WSUS, et plus encore.

- Allez dans : **Configuration ordinateur – Stratégies – Modèles d'administration – Composants Windows – Windows Update.**
- Choisissez les paramètres à configurer et notamment **Configuration du service de mises à jour automatiques.**

6. Déployer un logiciel

Cette GPO est incontestablement l'une des plus utilisées, car elle est bien pratique pour automatiser la diffusion de logiciels. Ainsi, lors du déploiement d'un nouveau PC, terminé les installations répétitives de logiciels. Dès que l'ordinateur rejoint le domaine et une OU (organisation), le déploiement s'effectue automatiquement, un vrai bonheur !

Pour en savoir plus, je vous invite à lire [Installer et mettre à jour un logiciel par GPO.](#)

7. Installer une imprimante

Je vous conseille également d'installer un serveur d'impression où seront répertoriées les imprimantes de votre organisation. Il suffira ensuite de créer des GPO pour déployer les imprimantes partagées sur les différentes OU automatiquement.

À ce sujet, je vous invite à lire [comment ajouter une imprimante par GPO.](#)

8. Mapper des lecteurs réseaux

Si vous utilisez des partages de fichiers sur votre réseau, comme des répertoires de scan ou des fichiers de travail, vous pouvez les déployer les lecteurs réseaux sur les postes de vos utilisateurs en fonction de leur appartenance.

- Allez dans **Configuration utilisateur ou Configuration ordinateur – Préférences – Paramètres Windows – Mappages de lecteurs.**
- Faites un clic droit dans le volet de droite puis **Nouveau – Lecteur mappé.**

9. Créer des raccourcis

Au même titre que les lecteurs réseaux, vous pouvez pousser des raccourcis sur le bureau de vos utilisateurs.

- Allez dans **Configuration utilisateur** ou **Configuration ordinateur – Préférences – Paramètres Windows – Raccourcis**.
- Faites un clic droit dans le volet de droite puis **Nouveau – Raccourci**.

10. Modifier le registre

Vous pouvez modifier des clés de registre avec une GPO et déployer des configurations comme activer Verr. Num. au démarrage de Windows. Cette règle ajoute un peu de confort à vos utilisateurs.

Pour en savoir plus, lisez [comment modifier la base de registre par GPO](#).

11. Bloquer l'accès au Registre

Le registre peut être une porte d'entrée dont vos utilisateurs peuvent se servir pour effectuer des modifications sur le système. Pour empêcher cela, vous pouvez bloquer l'éditeur de registre.

1. Allez dans **Configuration utilisateur – Stratégies – Modèles d'administration – Système**.
2. Dans **Empêcher l'accès aux outils de modifications du Registre** sélectionnez **Activé**.

12. Modérer l'accès au panneau de configuration

Vous pouvez également interdire l'accès au panneau de configuration du PC à vos utilisateurs afin d'éviter qu'ils modifient des paramètres.

1. Allez dans **Configuration utilisateur – Stratégies – Modèles d'administration – Panneau de configuration**.
2. Dans **Interdire l'accès au Panneau de configuration et à l'application Paramètres du PC**, cochez **Activé**.

13. Créer un compte admin local sur les machines

Pour faciliter la maintenance de votre parc, il est important de définir un compte du domaine qui sera administrateur local des machines avec une GPO. Ainsi, vous pourrez vous servir de ce compte pour exécuter des opérations de maintenance lorsque vous intervenez sur les PC.

Pour en savoir plus, je vous invite à lire [Créer un compte admin local des PC d'un domaine Windows Server par GPO](#)

14. Restreindre l'accès aux périphériques de stockage amovibles

Les périphériques amovibles externes, tels que les clés USB, cartes de stockage et disques durs externes, peuvent être une porte d'entrée pour les programmes malveillants. Vous pouvez interdire leurs utilisations avec une GPO.

1. Allez dans **Configuration utilisateur – Stratégies – Modèles d'administration – Système – Stockage amovible**.
2. Dans **Accès au stockage amovible**, choisissez **Toutes les classes de stockage amovible** pour bloquer tous les périphériques amovibles.

15. Pousser des profils Wi-Fi

Plutôt que de communiquer les SSID et mots de passe Wi-Fi à vos utilisateurs, vous pouvez les déployer automatiquement avec une GPO. Ainsi, dès que la machine rejoint le domaine, elle pourra se connecter automatiquement à vos points d'accès.

1. Allez dans **Configuration ordinateur – Stratégies – Paramètres Windows – Paramètres de sécurité – Stratégies de réseau sans fil (IEEE 802.11)**.
2. Faites un clic droit dans le volet de droite puis **Créer une stratégie de réseau sans fil pour Windows Vista et versions ultérieures**.

https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2017/01/guide_hygiene_informatique_anssi.pdf

GUIDE D'HYGIÈNE INFORMATIQUE RENFORCER LA SÉCURITÉ DE SON SYSTÈME D'INFORMATION EN 42 MESURE (Extrait)

1

Former les équipes opérationnelles à la sécurité des systèmes d'information

/ standard

Les équipes opérationnelles (administrateurs réseau, sécurité et système, chefs de projet, développeurs, RSSI) ont des accès privilégiés au système d'information. Elles peuvent, par inadvertance ou par méconnaissance des conséquences de certaines pratiques, réaliser des opérations génératrices de vulnérabilités. Citons par exemple l'affectation de comptes disposant de trop nombreux privilèges par rapport à la tâche à réaliser, l'utilisation de comptes personnels pour exécuter des services ou tâches périodiques, ou encore le choix de mots de passe peu robustes donnant accès à des comptes privilégiés. Les équipes opérationnelles, pour être à l'état de l'art de la sécurité des systèmes d'information, doivent donc suivre - à leur prise de poste puis à intervalles réguliers - des formations sur :

- > la législation en vigueur ;
- > les principaux risques et menaces ;
- > le maintien en condition de sécurité ;
- > l'authentification et le contrôle d'accès ;
- > le paramétrage fin et le durcissement des systèmes ;
- > le cloisonnement réseau ;
- > et la journalisation.

Cette liste doit être précisée selon le métier des collaborateurs en considérant des aspects tels que l'intégration de la sécurité pour les chefs de projet, le développement sécurisé pour les développeurs, les référentiels de sécurité pour les RSSI, etc.

Il est par ailleurs nécessaire de faire mention de clauses spécifiques dans les contrats de prestation pour garantir une formation régulière à la sécurité des

systèmes d'information du personnel externe et notamment les infogérants.

2

Sensibiliser les utilisateurs aux bonnes pratiques élémentaires de sécurité informatique

/ standard

Chaque utilisateur est un maillon à part entière de la chaîne des systèmes d'information. À ce titre et dès son arrivée dans l'entité, il doit être informé des enjeux de sécurité, des règles à respecter et des bons comportements à adopter en matière de sécurité des systèmes d'information à travers des actions de sensibilisation et de formation.

Ces dernières doivent être régulières, adaptées aux utilisateurs ciblés, peuvent prendre différentes formes (mails, affichage, réunions, espace intranet dédié, etc.) et aborder au minimum les sujets suivants :

- > les objectifs et enjeux que rencontre l'entité en matière de sécurité des systèmes d'information ;
- > les informations considérées comme sensibles ;
- > les réglementations et obligations légales ;
- > les règles et consignes de sécurité régissant l'activité quotidienne : respect de la politique de sécurité, non-connexion d'équipements personnels au réseau de l'entité, non-divulgence de mots de passe à un tiers, non-réutilisation de mots de passe professionnels dans la sphère privée et inversement, signalement d'événements suspects, etc. ;
- > les moyens disponibles et participant à la sécurité du système : verrouillage systématique de la session lorsque l'utilisateur quitte son poste, outil de protection des mots de passe, etc.

/ renforcé

Pour renforcer ces mesures, l'élaboration et la signature d'une charte des moyens informatiques précisant les règles et consignes que doivent respecter les utilisateurs peut être envisagée

3

Maîtriser les risques de l'infogérance

/ standard

Lorsqu'une entité souhaite externaliser son système d'information ou ses données, elle doit en amont évaluer les risques spécifiques à l'infogérance (maîtrise du système d'information, actions à distance, hébergement mutualisé, etc.) afin de prendre en compte, dès la rédaction des exigences applicables au futur prestataire, les besoins et mesures de sécurité adaptés.

Les risques SSI inhérents à ce type de démarche peuvent être liés au contexte de l'opération d'externalisation mais aussi à des spécifications contractuelles déficientes ou incomplètes.

En faveur du bon déroulement des opérations, il s'agit donc :

- > d'étudier attentivement les conditions des offres, la possibilité de les adapter à des besoins spécifiques et les limites de responsabilité du prestataire ;
- > d'imposer une liste d'exigences précises au prestataire : réversibilité du contrat, réalisation d'audits, sauvegarde et restitution des données dans un format ouvert normalisé, maintien à niveau de la sécurité dans le temps, etc.

Pour formaliser ces engagements, le prestataire fournira au commanditaire un plan d'assurance sécurité (PAS) prévu par l'appel d'offre. Il s'agit d'un document contractuel décrivant l'ensemble des dispositions spécifiques que les candidats s'engagent à mettre en œuvre pour garantir le respect des exigences de sécurité spécifiées par l'entité.

Le recours à des solutions ou outils non maîtrisés (par exemple hébergés dans le nuage) n'est pas ici considéré comme étant du ressort de l'infogérance et par ailleurs déconseillé en cas de traitement d'informations sensibles.

4

Identifier les informations et serveurs les plus sensibles et maintenir un schéma du réseau

/Standard

Chaque entité possède des données sensibles. Ces dernières peuvent porter sur son activité propre (propriété intellectuelle, savoir-faire, etc.) ou sur ses clients, administrés ou usagers (données personnelles, contrats, etc.). Afin de pouvoir les protéger efficacement, il est indispensable de les identifier.

À partir de cette liste de données sensibles, il sera possible de déterminer sur quels composants du système d'information elles se localisent (bases de données, partages de fichiers, postes de travail, etc.). Ces composants correspondent aux serveurs et postes critiques pour l'entité. À ce titre, ils devront faire l'objet de mesures de sécurité spécifiques pouvant porter sur la sauvegarde, la journalisation, les accès, etc.

Il s'agit donc de créer et de maintenir à jour un schéma simplifié du réseau (ou cartographie) représentant les différentes zones IP et le plan d'adressage associé, les équipements de routage et de sécurité (pare-feu, relais applicatifs, etc.) et les interconnexions avec l'extérieur (Internet, réseaux privés, etc.) et les partenaires. Ce schéma doit également permettre de localiser les serveurs détenteurs d'informations sensibles de l'entité

5

Disposer d'un inventaire exhaustif des comptes privilégiés et le maintenir à jour

/Standard

Les comptes bénéficiant de droits spécifiques sont des cibles privilégiées par les attaquants qui souhaitent obtenir un accès le plus large possible au système d'information. Ils doivent donc faire l'objet d'une attention toute particulière. Il s'agit pour cela d'effectuer un inventaire de ces comptes, de le mettre à jour régulièrement et d'y renseigner les informations suivantes :

- > les utilisateurs ayant un compte administrateur ou des droits supérieurs à ceux d'un utilisateur standard sur le système d'information ;
- > les utilisateurs disposant de suffisamment de droits pour accéder aux répertoires de travail des responsables ou de l'ensemble des utilisateurs ;
- > les utilisateurs utilisant un poste non administré par le service informatique et qui ne fait pas l'objet de mesures de sécurité édictées par la politique de sécurité générale de l'entité.

Il est fortement recommandé de procéder à une revue périodique de ces comptes afin de s'assurer que les accès aux éléments sensibles (notamment les répertoires de travail et la messagerie électronique des responsables) soient maîtrisés. Ces revues permettront également de supprimer les accès devenus obsolètes suite au départ d'un utilisateur par exemple.

Enfin, il est souhaitable de définir et d'utiliser une nomenclature simple et claire pour identifier les comptes de services et les comptes d'administration. Cela facilitera notamment leur revue et la détection d'intrusion.

6

Organiser les procédures d'arrivée, de départ et de changement de fonction des utilisateurs

/Standard

Les effectifs d'une entité, qu'elle soit publique ou privée, évoluent sans cesse : arrivées, départs, mobilité interne. Il est par conséquent nécessaire que les droits et les accès au système d'information soient mis à jour en fonction de ces évolutions. Il est notamment essentiel que l'ensemble des droits affectés à une personne soient révoqués lors de son départ ou en cas de changement de fonction. Les procédures d'arrivée et de départ doivent donc être définies, en lien avec la fonction ressources humaines. Elles doivent au minimum prendre en compte :

- > la création et la suppression des comptes informatiques et boîtes aux lettres associées ;
- > les droits et accès à attribuer et retirer à une personne dont la fonction change ;
- > la gestion des accès physiques aux locaux (attribution, restitution des badges et des clés, etc.) ;
- > l'affectation des équipements mobiles (ordinateur portable, clé USB, disque dur, ordiphone, etc.) ;
- > la gestion des documents et informations sensibles (transfert de mots de passe, changement des mots de passe ou des codes sur les systèmes existants).

/Renforcé

Les procédures doivent être formalisées et mises à jour en fonction du contexte.

7

Autoriser la connexion au réseau de l'entité aux seuls équipements maîtrisés

/Standard

Pour garantir la sécurité de son système d'information, l'entité doit maîtriser les équipements qui s'y connectent, chacun constituant un point d'entrée potentiellement vulnérable. Les équipements personnels (ordinateurs portables, tablettes, ordiphones, etc.) sont, par définition, difficilement maîtrisables dans la mesure où ce sont les utilisateurs qui décident de leur niveau de sécurité. De la même manière, la sécurité des équipements dont sont dotés les visiteurs échappe à tout contrôle de l'entité.

Seule la connexion de terminaux maîtrisés par l'entité doit être autorisée sur ses différents réseaux d'accès, qu'ils soient filaire ou sans fil. Cette recommandation, avant tout d'ordre organisationnel, est souvent perçue comme inacceptable ou rétrograde. Cependant, y déroger fragilise le réseau de l'entité et sert ainsi les intérêts d'un potentiel attaquant.

La sensibilisation des utilisateurs doit donc s'accompagner de solutions pragmatiques répondant à leurs besoins. Citons par exemple la mise à disposition d'un réseau Wi-Fi avec SSID dédié pour les terminaux personnels ou visiteurs.

/Renforcé

Ces aménagements peuvent être complétés par des mesures techniques telles que l'authentification des postes sur le réseau (par exemple à l'aide du standard 802.1X ou d'un équivalent)



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION,
DE LA MODERNISATION
DE L'ADMINISTRATION,
en charge du numérique

DIRECTION GÉNÉRALE
DES RESSOURCES HUMAINES

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES
INGÉNIEURS SUBDIVISIONNAIRES DE CATÉGORIE
A RELEVANT DE LA FONCTION PUBLIQUE DE LA
POLYNÉSIE FRANÇAISE**

CINQUIÈME ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

L'établissement d'un projet ou étude portant sur la spécialité
Zootchnie-Biologie Marine

SUJET PRINCIPAL

Jeudi 13 avril 2023

(Durée : 5 heures – coefficient 3)

Le sujet comporte 33 pages (page de garde incluse).

Aucun autre document n'est autorisé.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, non autorisée.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire, de tout autre matériel électronique et de téléphone cellulaire est rigoureusement interdit.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Note directive

À la suite de l'entretien entre l'exploitant et le Ministre, il ressort que l'exploitation n'est ni aux normes ni autorisée. Les installations sont de plus inadaptées.

Votre ministre vous demande de proposer un plan d'action à l'exploitant :

- D'un point de vue réglementaire, en préparant un argumentaire sur les documents et procédures administratives à remplir, et les enjeux et éléments qu'ils doivent contenir. Le candidat doit identifier l'EIE obligatoire et son contenu réglementaire. Il doit expliciter clairement la marche à suivre pour le pétitionnaire et les services à contacter.
- Sur les différents process et mesures correctives à mettre en œuvre, en reprenant des cadres de références éventuels

Il vous est demandé d'expliciter clairement au pétitionnaire ces démarches.

Liste de documents :

- 6 campagnes de suivi de la qualité des eaux
- 6 tableaux d'état des bassins de production
- Une note de synthèse sur les enjeux de l'alimentation - Note CEMAGREF
- Un extrait du Guide sur le suivi de la qualité des eaux, en termes d'enjeux
- Un extrait du Code de l'Environnement dont les seuils EIE

Date de prélèvement : 17/10/2022

Conditions météorologiques lors des prélèvements : Petites averses passagères sans effet visible sur les cours d'eau concernés

Conditions météorologiques la veille des prélèvements : Beau temps probable

	Nom / Point de prélèvement	Seuils	Seuils Ferme pilote	Echantillon 1 Témoïn source eau douce cours d'eau amont	Echantillon 2 Embouchure rivière témoïn	Echantillon 3 Emissaire rejet amont bassin décantation	Echantillon 4 bassin de décantation	Echantillon 5 Aval bassin de décantation	Echantillon 6 Lagon au droit projet
	Prélevé par			Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site
	Débit / Hydrologie			Débit faible	Débit moyen à fort	Débit faible	faible courant	Débit faible	Courant faible
	Etat général de l'eau			Eau claire	Faible turbidité	Coloration brune + odeur légères	Coloration brune + odeur légères MES++	Eau parfois turbide	Faible turbidité
Contexte	Autres								
Contexte sensibilité	Usages observés			Activités agricoles et élevage	habitations partie basse	Sortie des bassins	Bassin de décantation	Emissaire d'écoulement dans le lagon	En amont de l'exploitation
	Conditions météorologiques			Faiblement nuageux, Fort vent	Faiblement nuageux, Fort vent	Faiblement nuageux, Fort vent	Faiblement nuageux, Fort vent	Faiblement nuageux, Fort vent	Faiblement nuageux, Fort vent
	Autres								
Prélèvement pour CAIRAP	Meth.			Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle
	Profondeur du prélèvement			Surface	Surface	Surface	Surface	Surface	Surface
	Heure du prélèvement (HH:mm)			08:34	10:45	08:05	07:45	09:30	10:15
	Type de flaconnage			2 bouteilles 1 L / 1 bouteille 0,5 L = C. 1 flacon = M					
Sonde	Cd (mS/cm)			40,3	45				-
	T (°C)			27	27,2	27	26,8	28,8	28,4
	O2 dissous (%)			110	99	109	90	90	111
	Salinité			1	2	34	30,33	29	35,5
	Chlorophylle-A			2	5	15	17	17	5
Paramètres Laboratoire	Coliformes (UFC/100 ml)	400		> 50	70	> 50	> 50	> 50	> 50
	Escherichia coli (/100 ml)	100		100	260	93	80	90	15
	Entérocoques (/100 ml)	100		142	347	58	62	80	< 15
	pH	6 à 8	7 à 8,5	7,2	7,4	7,7	7,8	7,7	8
	Oxygène dissous (mg/l)	> 6		8,7	6,8	5	5,3	5	8,4
	Matières en suspension (MES) (mg/l)	50	25	45	51	120	65	57	4,9
	Nitrates NO3- (mg/l)	11,3		0,111	< 0,044	< 0,044	< 0,044	3	0,191
	Nitrites NO2- (mg/l)	0,9		< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
	Ammonium NH4+ (mg/l)	0,5		0,3	0,3	1,01	1,2	1,3	0,19
	Azote total (mg/l)	5	2	5,09	5,1	2,4	2,2	1,35	0,19
	Phosphore total (mg/l)	0,5	0,3	1,48	1,5	1,07	1,13	1,2	0,29
	Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l)	30 - 250	50	124	79				
	Demande biologique en oxygène (DBO5) (mg/l)	< 50	25	5	20	16	13	6	< 3

Date de prélèvement : 17/11/2022

Conditions météorologiques lors des prélèvements : Petites averses passagères sans effet visible sur les cours d'eau concernés

Conditions météorologiques la veille des prélèvements : Beau temps probable

	Nom / Point de prélèvement	Seuils	Seuils Ferme pilote	Echantillon 1 Témoin source eau douce	Echantillon 2 Embouchure rivière	Echantillon 3 Emissaire rejet amont bassin décantation	Echantillon 4 bassin de décantation	Echantillon 5 Aval bassin de décantation	Echantillon 6 Lagon au droit projet
	Prélevé par			Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site
	Débit / Hydrologie			Débit faible	Débit moyen à fort	Débit faible	faible courant	Débit faible	Courant faible
Contexte	Etat général eau			Eau claire	Faible turbidité	Coloration brune + odeur légères	Coloration brune + odeur légères MES++	Eau parfois turbide	Faible turbidité
	Autres			Changement aliment par substitut mauvaise qualité – 2 semaines					
Contexte sensibilité	Usages observés (ex : en aval/amont des bassins, amont/aval du bassin de décantation, etc.)			Activités agricoles et élevage	habitations partie basse	Sortie des bassins	Bassin de décantation	Emissaire d'écoulement dans le lagon	En amont de l'exploitation
	Conditions météorologiques			Beau temps	Beau temps	Beau temps	Beau temps	Beau temps	Beau temps
	Autres								
Prélèvement pour CAIRAP	Meth.			Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle
	Profondeur du prélèvement			Surface	Surface	Surface	Surface	Surface	Surface
	Heure du prélèvement (HH:mm)			08:34	10:45	08:05	07:45	09:30	10:15
	Type de flacon			2 bouteilles 1 L / 1 bouteille 0,5 L = C. 1 flacon = M					
Sonde	Cd (mS/cm)			40,37	46				-
	T (°C)			27,08	27,32	27,16	26,94	28,8	28,37
	O2 dissous (%)			109	98	109,6	81,6	81	102
	Salinité			1	5	34	30,33	29	35
	Chlorophylle-A			2	5	15	17	17	5
Paramètres Laboratoire	Coliformes (UFC/100 ml)	400		> 50	70	> 50	> 50	> 50	> 50
	Escherichia coli (/100 ml)	100		110	250	93	80	90	1
	Entérocoques (/100 ml)	100		140	350	60	61	90	< 15
	pH	6 à 8	7 à 8,5	7,2	7,4	7,7	7,8	7,7	8
	Oxygène dissous (mg/l)	> 6		8,7	6,8	5	5,3	5,4	8
	Matières en suspension (MES) (mg/l)	50	25	45	51	120	65	57	4,9
	Nitrates NO3- (mg/l)	11,3		0,111	< 0,044	15	18	18	0,191
	Nitrites NO2- (mg/l)	0,9		< 0,05	< 0,050	0,9	0,8	0,6	< 0,050
	Ammonium NH4+ (mg/l)	0,5		0,3	0,3	1,68	1,76	1,77	0,19
	Azote total (mg/l)	5	2	5,09	5,1	12	11	0	0,19
	Phosphore total (mg/l)	0,5	0,3	1,48	1,5	2	3,2	2,4	0,29
	Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l)	30 - 250	50	124	79				
	Demande biologique en oxygène (DBO5) (mg/l)	< 50	25	5	20	16	13	6	< 3

Date de prélèvement : 14/12/2022

Conditions météorologiques lors des prélèvements : Fortes chaleurs

Conditions météorologiques la veille des prélèvements : Beau temps probable

	Nom / Point de prélèvement	Seuils	Seuils Ferme pilote	Echantillon 1 Témoin source eau douce cours d'eau amont	Echantillon 2 Embouchure rivière témoin	Echantillon 3 Emissaire rejet amont bassin décantation	Echantillon 4 bassin de décantation	Echantillon 5 Aval bassin de décantation	Echantillon 6 Lagon au droit projet
	Prélevé par			Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site
	Débit / Hydrologie			Débit faible	Débit moyen à fort	Débit faible	faible courant	Débit faible	Courant faible
	Etat général de l'eau			Eau claire	Faible turbidité	Coloration brune + odeur légères	Coloration brune + odeur légères MES++	Eau parfois turbide	Faible turbidité
Contexte	Autres								
Contexte sensibilité	Usages observés			Activités agricoles et élevage	habitations partie basse	Sortie des bassins	Bassin de décantation	Emissaire d'écoulement dans le lagon	En amont de l'exploitation
	Conditions météorologiques			Beau temps	Beau temps	Beau temps	Beau temps	Beau temps	Beau temps
	Autres								
Prélèvement pour CAIRAP	Meth.			Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle
	Profondeur du prélèvement			Surface	Surface	Surface	Surface	Surface	Surface
	Heure du prélèvement (HH:mm)			08:34	10:45	08:05	07:45	09:30	10:15
	Type de flacon			2 bouteilles 1 L / 1 bouteille 0,5 L = C. 1 flacon = M					
Sonde	Cd (mS/cm)			40,37	46				-
	T (°C)			27,5	27,7	27,9	28,5	28,8	28,37
	O2 dissous (%)			95	89	70	65	60	99
	Salinité			1	6	34	30,33	29	0
	Chlorophylle-A			2	5	15	17	17	5
Paramètres Laboratoire	Coliformes (UFC/100 ml)	400		> 50	70	> 50	> 50	> 50	> 50
	Escherichia coli (/100 ml)	100		140	250	93	80	90	15
	Entérocoques (/100 ml)	100		153	357	60	61	90	< 15
	pH	6 à 8	7 à 8,5	7,2	7,4	7,7	7,8	7,7	8
	Oxygène dissous (mg/l)	> 6		8,7	6,8	4	5,3	5,4	8
	Matières en suspension (MES) (mg/l)	50	25	45	51	120	65	57	4,9
	Nitrates NO3- (mg/l)	11,3		0,111	< 0,044	< 0,044	< 0,044	3	0,191
	Nitrites NO2- (mg/l)	0,9		< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
	Ammonium NH4+ (mg/l)	0,5		0,3	0,3	1,65	1,73	1,35	0,19
	Azote total (mg/l)	5	2	5,09	5,5	2,4	2,2	1,35	0,19
	Phosphore total (mg/l)	0,5	0,3	1,48	1,5	1,07	1,13	1,2	0,29
	Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l)	30 - 250	50	130	87				
	Demande biologique en oxygène (DBO5) (mg/l)	< 50	25	4	18	54	56	52	12

FEUILLE DE PRELEVEMENT D'EAU DE SURFACE: CAMPAGNE 1 - Mois 4

Date de prélèvement : 20/01/2023

Conditions météorologiques lors des prélèvements : Fortes chaleurs, pluies

Conditions météorologiques la veille des prélèvements : Forts épisodes pluvieux

	Nom / Point de prélèvement	Seuils	Seuils Ferme pilote	Echantillon 1 Témoïn source eau douce cours d'eau amont	Echantillon 2 Embouchure rivière témoin	Echantillon 3 Emissaire rejet amont bassin décantation	Echantillon 4 bassin de décantation	Echantillon 5 Aval bassin de décantation	Echantillon 6 Lagon au droit projet
	Prélevé par			Stagiaire	Stagiaire	Stagiaire	Stagiaire	Stagiaire	Stagiaire
	Débit / Hydrologie			Débit moyen	Débit moyen à fort	Débit faible	faible courant	Débit faible	Courant faible
	Etat général eau			Légère turbidité	Coloration brune moyenne	Coloration brune + odeur légères	Coloration brune + odeur légères MES++	Eau parfois turbide	Faible turbidité
Contexte	Autres								
Contexte sensibilité	Usages observés			Activités agricoles et élevage	habitations partie basse	Sortie des bassins	Bassin de décantation	Emissaire d'écoulement dans le lagon	En amont de l'exploitation
	Conditions météorologiques			Pluies	Pluies	Pluies	Pluies	Pluies	Pluies
	Autres								
Prélèvement pour CAIRAP	Meth.			Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle
	Profondeur du prélèvement			Surface	Surface	Surface	Surface	Surface	Surface
	Heure du prélèvement (HH:mm)			08:34	10:45	08:05	07:45	09:30	10:15
	Type de flaconnage			ND					
Sonde	Cd (mS/cm)			42	48				-
	T (°C)			27,5	27,7	27,9	28,5	28,8	28,37
	O2 dissous (%)			96	88	86	80	78	99
	Salinité			1	3	34	30,33	29	35
	Chlorophylle-A			1	4	15	17	17	5
Paramètres Laboratoire	Coliformes (UFC/100 ml)	400		55	90	90	150	180	> 50
	Escherichia coli (/100 ml)	100		230	290	30000	30000	30000	15
	Entérocoques (/100 ml)	100		300	389	12000	12000	12000	< 15
	pH	6 à 8	7 à 8,5	7,1	7,2	7,6	7,5	7,5	8
	Oxygène dissous (mg/l)	> 6		8,7	6,8	5	5,3	5	8
	Matières en suspension (MES) (mg/l)	50	25	55	80	240	200	210	20
	Nitrates NO3- (mg/l)	11,3		0,3	2	< 0,044	< 0,044	3	0,191
	Nitrites NO2- (mg/l)	0,9		0,2	0,1	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
	Ammonium NH4+ (mg/l)	0,5		0,2	0,3	1,65	1,73	1,35	0,19
	Azote total (mg/l)	5	2	5,09	5,5	2,4	2,2	1,35	0,19
	Phosphore total (mg/l)	0,5	0,3	1,48	1,5	1,07	1,13	1,2	0,29
	Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l)	30 - 250	50	130	87				
	Demade biologique en oxygène (DBO5) (mg/l)	< 50	25	4	18	16	13	6	< 3

FEUILLE DE PRELEVEMENT D'EAU DE SURFACE: CAMPAGNE 1 - Mois 5

Date de prélèvement : 21/02/2022

Conditions météorologiques lors des prélèvements : Fortes chaleurs, pluies

Conditions météorologiques la veille des prélèvements : Forts épisodes pluvieux

	Nom / Point de prélèvement	Seuils	Seuils Ferme pilote	Echantillon 1 Témoin source eau douce cours d'eau amont	Echantillon 2 Embouchure rivière témoin	Echantillon 3 Emissaire rejet amont bassin décantation	Echantillon 4 bassin de décantation	Echantillon 5 Aval bassin de décantation	Echantillon 6 Lagon au droit projet
	Prélevé par			Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site
	Débit / Hydrologie			Débit moyen	Débit moyen à fort	Débit supérieur normal	Courant	Débit supérieur normal	Courant faible
Contexte	Etat général de l'eau			Légère turbidité	Coloration brune moyenne	Coloration brune + odeur légères	Coloration brune + odeur légères MES++	Eau parfois turbide	Faible turbidité
	Autres								
Contexte sensibilité	Usages observés			Activités agricoles et élevage	habitations partie basse	Sortie des bassins	Bassin de décantation	Emissaire d'écoulement dans le lagon	En amont de l'exploitation
	Conditions météorologiques			Pluies	Pluies	Pluies	Pluies	Pluies	Pluies
	Autres								
Prélèvement pour CAIRAP	Meth.			Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle
	Profondeur du prélèvement			Surface	Surface	Surface	Surface	Surface	Surface
	Heure du prélèvement (HH:mm)			08:34	10:45	08:05	07:45	09:30	10:15
	Type de flaconnage			2 bouteilles 1 L / 1 bouteille 0,5 L = C. 1 flacon = M					
Sonde	Cd (mS/cm)			42	48				-
	T (°C)			27,5	27,7	27,9	28,5	28,8	28,37
	O2 dissous (%)			96	88	86	80	78	99
	Salinité			1	3	34	30,33	29	35
	Chlorophylle-A			1	4	15	17	17	5
Paramètres Laboratoire	Coliformes (UFC/100 ml)	400		60	100	> 50	> 50	> 50	> 50
	Escherichia coli (/100 ml)	100		260	300	97	80	90	15
	Entérocoques (/100 ml)	100		310	396	60	61	90	< 15
	pH	6 à 8	7 à 8,5	7	7,1	7,6	7,5	7,5	8
	Oxygène dissous (mg/l)	> 6		8,6	6,9	5,3	5	5	8
	Matières en suspension (MES) (mg/l)	50	25	55	80	220	270	250	20
	Nitrates NO3- (mg/l)	11,3		0,3	2	< 0,044	< 0,044	3	0,191
	Nitrites NO2- (mg/l)	0,9		0,2	0,1	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
	Ammonium NH4+ (mg/l)	0,5		0,2	0,3	1,65	1,73	1,35	0,19
	Azote total (mg/l)	5	2	5,09	5,5	2,4	2,2	1,35	0,19
	Phosphore total (mg/l)	0,5	0,3	1,48	1,5	1,07	1,13	1,2	0,29
	Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l)	30 - 250	50	130	87				
	Demande biologique en oxygène (DBO5) (mg/l)	< 50	25	4	18	17	14	14	< 3

FEUILLE DE PRELEVEMENT D'EAU DE SURFACE: CAMPAGNE 1 - Mois 6

Date de prélèvement : 23/03/2022

Conditions météorologiques lors des prélèvements : Fortes chaleurs

Conditions météorologiques la veille des prélèvements : Beau temps probable

	Nom / Point de prélèvement	Seuils	Seuils Ferme pilote	Echantillon 1 Témoin source eau douce cours d'eau amont	Echantillon 2 Embouchure rivière témoin	Echantillon 3 Emissaire rejet amont bassin décantation	Echantillon 4 bassin de décantation	Echantillon 5 Aval bassin de décantation	Echantillon 6 Lagon au droit projet
	Prélevé par			Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site	Technicien site
	Débit / Hydrologie			Débit faible	Débit moyen à fort	Débit supérieur normal	Courant	Débit moyen	Courant faible
Contexte	Etat général de l'eau			Eau claire	Faible turbidité	Coloration brune + odeur légères	Coloration brune + odeur légères MES++	Eau parfois turbide	Faible turbidité
	Autres								
Contexte sensibilité	Usages observés			Activités agricoles et élevage	habitations partie basse	Sortie des bassins	Bassin de décantation	Emissaire d'écoulement dans le lagon	En amont de l'exploitation
	Conditions météorologiques			Faibles pluies	Faibles pluies	Faibles pluies	Faibles pluies	Faibles pluies	Faibles pluies
	Autres								
Prélèvement pour CAIRAP	Meth.			Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle	Manuelle
	Profondeur du prélèvement			Surface	Surface	Surface	Surface	Surface	Surface
	Heure du prélèvement (HH:mm)			08:34	10:45	08:05	07:45	09:30	10:15
	Type de flacon			2 bouteilles 1 L / 1 bouteille 0,5 L = C. 1 flacon = M					
Sonde	Cd (mS/cm)			40,37	46				-
	T (°C)			27,5	27,7	27,9	28,5	28,8	28,37
	O2 dissous (%)			95	89	86	80	78	99
	Salinité			1	6	34	30,33	29	35
	Chlorophylle-A (µg/L)			2	5	15	17	17	5
Paramètres Laboratoire	Coliformes (UFC/100 ml)	400		> 50	70	> 50	> 50	> 50	> 50
	Escherichia coli (/100 ml)	100		140	250	93	80	90	15
	Entérocoques (/100 ml)	100		153	357	60	61	90	< 15
	pH	6 à 8	7 à 8,5	7,2	7,4	7,7	7,8	7,7	8
	Oxygène dissous (mg/l)	> 6		8,7	6,8	5	5,3	5	8
	Matières en suspension (MES) (mg/l)	50	25	45	51	180	160	120	4,9
	Nitrates NO3- (mg/l)	11,3		0,111	< 0,044	< 0,044	< 0,044	3	0,191
	Nitrites NO2- (mg/l)	0,9		< 0,05	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
	Ammonium NH4+ (mg/l)	0,5		0,3	0,3	1,65	1,73	1,35	0,19
	Azote total (mg/l)	5	2	5,09	5,5	2,4	2,2	1,35	0,19
	Phosphore total (mg/l)	0,5	0,3	1,48	1,5	1,07	1,13	1,2	0,29
	Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l)	30 - 250	50	130	87				
	Demande biologique en oxygène (DBO5) (mg/l)	< 50	25	4	18	16	13	6	< 3

Campagne 1	COMPOSITION			Vidange
	EAU	EAU + CREVETTES	VIDE	
B11			X	x
B12	X			
B13	X			
B14		X		
B15		X		
B16		X		
B17		X		
B18	x			
B19	x			
B20		X		
B21		X		
B22			x	x
B23		X		
B24		X		
B25		X		
B26			x	x

Campagne 2				
B11	X			
B12		X		
B13		X		
B14		X		
B15		X		
B16		X		
B17		X		
B18			X	x
B19			X	x
B20		X		
B21		X		
B22	X			
B23		X		
B24		X		
B25		X		
B26	X			

Campagne 3				
B11		X		
B12		X		
B13		X		
B14			X	X
B15			X	X
B16			X	X
B17			X	X
B18	X			
B19	X			
B20			X	X
B21			X	X
B22		X		
B23			X	X
B24			X	X
B25			X	X
B26		X		

campagne 4	COMPOSITION			Vidange
	EAU	EAU + CREVETTES	VIDE	
B11		X		
B12		X		
B13		X		
B14	X			
B15	X			
B16	X			
B17	X			
B18		X		
B19		X		
B20			X	
B21			X	
B22		X		
B23	X			
B24	X			
B25	X			
B26		X		

B11		X		
B12		X		
B13		X		
B14		X		
B15		X		
B16		X		
B17		X		
B18		X		
B19		X		
B20	X			
B21	X			
B22		X		
B23		X		
B24		X		
B25		X		
B26		X		

B11			X	X
B12			X	X
B13			X	X
B14		X		
B15		X		
B16		X		
B17		X		
B18		X		
B19		X		
B20		X		
B21		X		
B22		X		
B23		X		
B24		X		
B25		X		
B26		X		

Origine, nature et caractéristiques des rejets de pisciculture

L'impact des piscicultures sur le milieu aquatique est essentiellement d'origine nutritionnelle. Il résulte de l'alimentation des poissons qui entraîne la production de déchets solides et dissous.

Ainsi, les rejets, qui sont pour l'essentiel constitués de fèces (part non digestible de l'aliment et pertes endogènes) et des produits d'excrétion (produits finaux de l'utilisation métabolique de la part digestible des nutriments ingérés) participent à l'enrichissement du milieu aquatique.

Les flux de polluants sont donc directement liés aux quantités d'aliments distribuées et consommées (on peut considérer comme négligeable la part d'aliment non consommé).

L'essentiel des rejets azotés sont sous forme soluble. Seulement 11% de l'azote (forme organique) est retrouvé dans les matières décantables (fèces). Le phosphore se retrouve lui aussi pour l'essentiel sous forme dissoute, mais dans une moindre mesure puisqu'un tiers est retrouvé dans les matières décantables.

Les salmonidés élevés sur la pisciculture sont, comme la grande majorité des poissons, des animaux ammoniotéliques, c'est-à-dire qu'ils excrètent l'azote provenant de leur catabolisme azoté sous forme ammoniacale (NH_4^+). Ce composé est éliminé dans le milieu extérieur par les branchies (75%) et par l'urine (25%).

Plusieurs études ont démontré qu'il n'y avait pas d'augmentation significative de la teneur en nitrites et nitrates entre l'entrée et la sortie des bassins et que les orthophosphates représentaient environ 90% du phosphore total mesuré dans l'eau.

Les rejets sous forme de nitrites et nitrates dus aux poissons sont négligeables (Kaushik, 1980). L'azote est rejeté essentiellement sous forme ammoniacale et le phosphore sous forme d'orthophosphates.

Une fois excrété, l'azote ammoniacal va rentrer dans le cycle de l'azote (assimilation directe par certains organismes, transformation en azote atmosphérique ou oxydation en nitrates).

La concentration en nitrates dans le cours d'eau est très largement supérieure à celle en ammoniacale. Ainsi, une transformation de l'ammoniacale en nitrates au sein même de la pisciculture sera significative sur la diminution de la concentration en ammoniacale mais non significative sur l'augmentation de la concentration en nitrates.

Les MES sont relativement concentrées, à l'état initial, dans les cours d'eau de la région (aux sols plus ou moins limono-argileux), surtout après un épisode pluvieux (lessivage des sols). L'apport des salmonicultures est, le plus souvent, à peine perceptible dans les analyses différentielles réalisées. Les principaux paramètres étudiés est l'azote ammoniacal (NH_4^+) pour les éléments dissous et les MES et la DBO5 pour les éléments solides.

- NH_4^+ : Ammoniacale (ions ammonium)
- MES : Matière En Suspension
- DBO5 : Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

En élevage piscicole, le paramètre limitant est l'ammoniaque (NH_4^+). C'est en effet le paramètre qui aura tendance à atteindre en premier les valeurs limites préconisées. Les autres paramètres ont une influence moindre sur le cours d'eau.

La quantité d'orthophosphates rejetée par les salmonicultures s'avère trop faible pour dépasser les seuils relatifs à la qualité du cours d'eau (catégorie piscicole 1b).

Ce polluant fait donc l'objet d'auto-contrôles moins fréquents de la part des exploitants mais participe cependant à l'augmentation de la charge trophique du milieu récepteur par son association avec les nitrates déjà présents.

Enfin, il convient de préciser que les rejets de pisciculture sont caractérisés par une très forte dilution limitant les risques de toxicité aigüe vis-à-vis des peuplements aquatiques. Les débits importants nécessaires à la vie des salmonidés assurent cette dilution avec une marge de sécurité définie en fonction du stock de poissons à nourrir (stock instantané limité). Cela implique une vigilance accrue en période de basses eaux (étiage) d'août à octobre, où les stocks sont cependant diminués (fin de saison de pêche).

D'après Jean-Paul Blancheton, Antoine Dosdat, Jean-Marc Deslous Paoli (IFREMER) : Si on les compare à des rejets urbains, les rejets aquacoles sont caractérisés par une extrême dilution des polluants dissous et particulaires mais aussi par une concentration en oxygène dissous généralement proche de la saturation (Pagand, 1999). Beaucoup moins concentrés en matières en suspension (MES), leur demande en oxygène est de quelques dizaines de mg/l, donc 10 à 20 fois moins importante qu'un effluent urbain standard dont la DCO se situe entre 500 et 1 000 mg/l (El Hamoury et al., 1995 ; Abissy et Mandi, 1999).

Relation nutrition – Concentration des rejets

L'étude d'impact des rejets piscicoles consiste à déterminer si les éléments produits par l'élevage ne se retrouveront pas à un niveau de concentration qui puisse engendrer des inconvénients notables pour le milieu récepteur.

Une modélisation des rejets est effectuée à partir de formules élaborées par le CEMAGREF (méthode hydrologique). Le CEMAGREF a en effet publié en 1983 un document intitulé « Salmoniculture et environnement » sur l'évaluation de la pollution rejetée par les salmonicultures intensives qui fait encore référence malgré son ancienneté. Cette méthode hydrologique repose sur l'analyse comparative des entrées et sorties d'eau des bassins d'élevage. Elle consiste à s'intéresser à la différence de concentration dans l'eau, en amont et en aval du bassin d'élevage, de chaque élément potentiellement rejeté par les poissons. Les contrôles imposés aux salmonicultures ICPE (rubrique 2130) procèdent de la même démarche.

Les seules propositions d'estimations établies par le CEMAGREF concernent l'ammoniaque et les matières en suspension. Les variations importantes constatées dans le cadre d'expérimentations effectuées n'avaient pas permis d'élaborer une méthode d'évaluation pertinente pour les autres paramètres caractérisant les effluents piscicoles.

Dispositions réglementaires

Les rejets de l'exploitation piscicole sont aujourd'hui tenus de respecter la « qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons », telle que définie à l'annexe II du décret n° 91-1283 du 19 décembre 1991 relatif aux objectifs de qualité assignés aux cours d'eau, sections de cours d'eau, canaux, lacs ou étangs et aux eaux de la mer dans les limites territoriales (JO du 21 décembre 1991).

Ainsi, les concentrations maximales dans le cours d'eau doivent toujours être inférieures aux valeurs suivantes (quelque soit le cours d'eau) : • NH_4^+ : < 1 mg/l (95 % à 100 % des échantillons)

• MES : < 25 mg/l (concentration moyenne)

Par ailleurs, les rejets doivent être compatibles avec la qualité ou l'objectif de qualité assigné au cours d'eau. Ces valeurs limites doivent être respectées en moyenne quotidienne. Aucune valeur instantanée ne doit dépasser le double des valeurs limites de concentration.

Pour que l'objectif de qualité des cours d'eau à salmonidés du Nord/Pas-de-Calais soit atteint, les concentrations des principaux éléments polluants doivent demeurer inférieures aux valeurs suivantes :

• $\text{NH}_4^+ \leq 0,5 \text{ mg/l}$ • $\text{MES} \leq 70 \text{ mg/l}$

• $\text{DBO}_5 \leq 5 \text{ mg/l}$

Les analyses réalisées en 2006 et 2007 par les pisciculteurs du Nord-Pas-de-Calais démontrent un respect continu de ces valeurs (catégorie 1b), dans la mesure où le stock présent respecte les limites imposées par leur autorisation ICPE.

Des études en cours tentent de mieux définir l'importance des phénomènes d'auto-épuration du milieu récepteur. Il apparaît que l'impact du rejet peut s'effacer à 1 km (jusqu'à 3km) en aval du rejet ($[\text{NH}_4^+]$ initiale rétablie). Cependant des modifications de la qualité biologique du milieu sont mesurées avec des dégradations localisées à proximité immédiate des points de rejet. Le recours à des mesures d'indices biologiques devrait se généraliser dans un avenir proche, afin de mieux évaluer l'impact des rejets piscicoles sur la vie piscicole.

Traitement des rejets

• Traitement physique

Depuis quelques années, il est possible de filtrer les MES grâce à des filtres à tambour rotatif qui produisent des boues nécessitant un stockage et un traitement adaptée (analyses et épandage).

Ces dispositifs demeurent coûteux et parfois difficiles à intégrer dans les installations existantes. Les nuisances sonores et olfactives doivent aussi être maîtrisées.

A l'occasion de travaux importants de modernisation, certains pisciculteurs du Pas-de-Calais envisagent la mise en place prochaine (2008/2009) de filtres à tambour afin d'améliorer l'impact aux points de rejets.

Le traitement mécanique extrait l'azote organique contenu dans les MES mais n'a pas d'impact sur la concentration en NH_4^+ . Cependant, il permet aussi le recyclage de l'eau, s'il est associé à de puissantes pompes dans un circuit fermé et oxygéné.

La surcharge de l'eau en MES stresse les poissons et diminue le rendement (indice de conversion). L'usage d'un circuit fermé temporaire peut pallier un manque d'eau occasionnel ou permettre d'éviter une pollution accidentelle sur le cours d'eau.

L'excès de NH_4^+ ne devient pas aussi rapidement nuisible que les MES car la température de l'eau se situe entre 8 et 14°C (pH=8), ce qui limite sa conversion en NH_3 (toxique).

• Traitement chimique

La température basse de l'eau, le débit important et la très faible concentration des polluants ($[\text{NH}_4^+] < 0,50 \text{ mg/l}$) rend leur traitement difficile et coûteux. Des micro-stations de traitement ont été réalisées à titre expérimental, au Danemark, sans permettre d'atteindre une rentabilité acceptable vis-à-vis du marché européen. Les sites disposant d'une surface importante, permettant la réalisation de lagunes, peuvent envisager cette solution mais ceux exploités dans la région ne s'y prêtent pas.

7.3 SPÉCIFICITÉS DES DIFFÉRENTES ACTIVITÉS

Il s'agit ici de décrire les activités sous l'angle des forçages/pressions/menaces (sur le milieu marin) en s'appuyant sur les caractéristiques listées dans les parties précédentes (7.1 et 7.2) et en insistant sur les spécificités liées à l'activité.

7.3.1 Crevetticulture

La crevetticulture concerne l'espèce *Litopenaeus stylirostris*, élevée en Polynésie française depuis environ 40 ans, maîtrisée et domestiquée depuis plus de 20 ans. Il s'agit de la même espèce que celle élevée en Nouvelle-Calédonie, mais la souche polynésienne est exempte de toute maladie (à déclaration obligatoire à l'OIE³⁹) (Fenua Environnement 2019) et de toute maladie émergente.

Les fermes crevetticoles polynésiennes n'ont pas d'écloserie sur place. Les post-larves sont fournies par l'écloserie de VAIA (Tahiti)⁴⁰. La description d'une écloserie sous l'angle des pressions et menaces sur l'environnement marin est donnée dans la partie 7.3.2.1.1. On peut noter que le déplacement d'animaux (les post-larves) représente un risque sanitaire (déplacement de parasites, de virus et de bactéries)⁴¹. Pour autant, dans le cas

des crevettes, il paraît assez complexe d'imaginer un suivi pertinent des rejets ou des impacts d'une ferme crevetticole sur ces aspects parasitaires et/ ou microbiens. La stratégie résidera donc essentiellement sur la prévention des maladies en écloserie.

7.3.1.1 Crevetticulture en bassin de terre

Avec l'espèce *Litopenaeus stylirostris*, l'activité peut être pratiquée en semi-intensif (production comprise entre 5 et 8 t/ha/an), en intensif⁴² (production comprise entre 15 et 22 t/ha/an) (Fenua Environnement 2019) ou en hyper intensif (rendement en cages compris entre 160 et 240 t/ha/an). En Polynésie française, le mode de production va du semi intensif poussé à l'hyper intensif.

Les densités communément observées en Polynésie française sont donc selon le mode d'élevage de l'ordre de 30-40, 100-150 ou 1000- 1400 crevettes/m². A titre de comparaison, elles sont aujourd'hui d'environ 10 crevettes/m² en Nouvelle-Calédonie pour des rendements de l'ordre de 2 à 4 t/ha/an.

Les fermes occupent un total de 9 hectares en bassins, et quelques centaines de mètres carré en cages.



Figure 24 : Fermes crevetticoles appartenant (en haut) à Aquapac (Tahiti) et en bas Moorea)

Elles sont installées (actuellement) exclusivement sur des îles hautes en raison de la nécessité de disposer d'une terre aux propriétés adéquates (argile étanche et de pH basique) pour la construction des digues et pour l'élevage des crevettes. La nature du sol est déterminante pour la méiofaune dont se nourrissent les crevettes (Della Patrona, Brun, and Herbland 2007). Situées en bord de mer, les fermes sont organisées autour des installations principales suivantes :

- plusieurs bassins de terre (bien visibles sur la Figure 24) destinés à l'élevage (voir partie 7.1.2.2) ;
- un pompage d'eau de mer (tuyau immergé) permettant d'alimenter les bassins (voir partie 7.1.2.3) ;
- un ou plusieurs émissaires de rejet⁴³ (voir partie 7.1.2.1) ;
- des bâtiments pour :
 - la station de pompage ;

Remarque : Selon Lemonnier (2006), pour les fermes crevetticoles⁴⁶, les rejets en sels nutritifs azotés sont finalement assez faibles. Les bassins assimilent en effet les sels apportés par l'eau de renouvellement. En revanche pendant la saison chaude, les rejets sont riches en azote organique dissous (NOD) (H. Lemonnier and Faninoz 2006) et l'intensification du système favorise les déchets particuliers et organiques.

Les bassins sont soumis à des phénomènes d'eutrophisation : les apports en éléments nutritifs permettent la production de matière organique (phytoplancton, zooplancton, micro-algues, bactéries) en des quantités qui peuvent dépasser les capacités d'autopurification de la masse d'eau (Della Patrona 2012). Les analyses des effluents produits par une ferme crevetticole durant un cycle d'élevage ont confirmé qu'ils sont principalement composés de matière organique dissoute et surtout particulaire. Celle-ci est principalement composée de micro-algues se développant au sein du bassin, d'une partie de la nourriture qui n'est pas assimilée par les crevettes et de bactéries (Molnar 2012). Selon Martin *et al.* (1998), Lemonnier *et al.* (2003) et Lemonnier & Faninoz

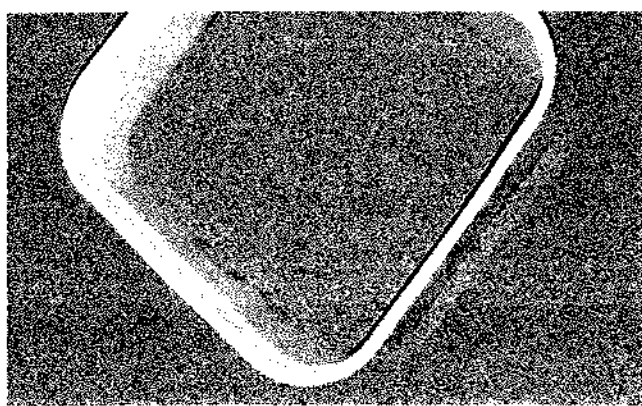


Figure 25 : Aliment en granulés pour les crevettes (photo : G. Bouvet).

- le stockage des aliments ; - le conditionnement des crevettes et leur conservation ;
- le personnel (voir partie 7.2.1) ;
- des lieux de stockage/traitement des boues ; des voies d'accès.

Les crevettes sont nourries aux granulés⁴⁴.

Comme expliqué en partie 7.1.1, les aliments non consommés génèrent un apport d'azote et phosphore solides. Les crevettes excrètent de l'azote et du phosphore (dissous) et elles sont à l'origine de fèces contenant aussi de l'azote et du phosphore (solides).

Ainsi, selon Thomas *et al.* (2006)⁴⁵, dans l'eau des bassins, différentes formes chimiques dissoutes d'azote et de phosphore sont identifiées ; pour l'azote : l'azote ammoniacal total (TAN), l'azote organique dissous (NOD), les nitrites et nitrates (NO₃).

Pour le phosphore, la fraction organique présentant une solubilité très faible, seule la fraction inorganique se trouve dissoute sous forme de phosphate ou phosphore réactif dissous (DRP). Dans les autres compartiments, azote et phosphore sont sous forme particulaire. (2006), la Matière Organique Particulaire (MOP) et la Matière Organique Dissoute (MOD) sont – quantitativement – les principaux constituants des effluents des fermes aquacoles de crevettes (Luseo Pacific *et al.* 2019). Associé à cet apport de matière organique, le risque d'anoxie augmente. Il semble toutefois assez limité lorsque les rejets se font en mangrove en revanche, il a été montré que les populations benthiques de mangroves sont perturbées par les apports en matière organique (Molnar 2012).

Sur les fonds de bassin, dans les conditions extrêmes, on peut assister à une production de gaz carbonique, de méthane et de sulfure d'hydrogène (El Helwe 2006). Or, les effluents emportent des sédiments du fond des bassins vers le milieu récepteur (Boyd, 1992). Le risque est donc de voir apparaître ces mêmes conditions extrêmes dans le milieu naturel receveur.

Dans les bassins, la fraction organique des sédiments provient des restes non digérés d'aliment, du phyto et zooplancton, du phyto et zoo-benthos, des débris d'autres végétaux (algues filamenteuses, herbacées du bord des digues), des excréments du cheptel, des fertilisants organiques⁴⁷, des cadavres non consommés⁴⁸ et des mues (Della Patrona, Brun, and Herbland 2007). Le renouvellement de l'eau des bassins⁴⁹ permet d'éviter l'eutrophisation et la sur-sédimentation, mais il implique un rejet de nutriments, de métaux (érosion des fonds de bassin et des digues) et de matière organique, sous forme dissoute ou particulaire, en dehors des bassins. Mais ces rejets sont sans commune mesure avec des rejets lors de vidanges partielles pour des récoltes ou parfois pour la gestion du milieu d'élevage (comm. pers. G. Remoissenet).

Les concentrations fortes en matière organiques et en nutriments dans les bassins en font aussi des lieux de développement bactérien. Dans les sédiments, Burford et al. (1998) rapporte des concentrations de $15,5 \times 10^9$ cellules/g dans la lentille de boue des bassins intensifs et que la concentration augmente avec l'apport en nutriments. Ces bactéries (principalement des morphotypes *coccus*, *coccobacillus*, *bacillus* et *spirillum*) peuvent donc se retrouver dans le milieu naturel. Le risque est évidemment l'apparition, dans les bassins, de bactéries pathogènes susceptibles de contaminer les stocks naturels.

Dans le *process* zootechnique des fermes crevetticoles en bassin de terre en Polynésie française, aucune substance dangereuse n'est utilisée (sources : aquaculteurs, CAPF et DRM).

En revanche pour la désinfection du matériel de pêche, l'eau de javel serait encore employée. D'autres produits de nettoyage pourraient aussi être employés (détergents/désinfectants) (sur les conseils de l'inspection sanitaire⁵⁰). Ces produits sont potentiellement nocifs pour l'environnement marin et ils ne sont pas nécessairement récupérés dans un système de traitement des eaux usées dédié. Ils peuvent donc être rejetés dans le milieu marin.

Les fermes crevetticoles terrestres sont nécessairement équipées de groupe électrogène pour assurer les besoins électriques en cas de coupure d'alimentation par le réseau EDT (pour les chambres frigorifiques notamment). Bien entendu, ces groupes représentent une menace pour l'environnement marin (apport en hydrocarbures).

7.3.1.1.1 Le cas particulier de la construction des fermes crevetticoles en bassin

La phase de construction des bassins d'une ferme crevetticole représente une menace pour l'environnement marin notamment en raison des risques d'apports particuliers intenses en cas de pluie en raison d'une mauvaise gestion des eaux de ruissellement (IFC - Groupe Banque Mondiale 2007). La présence de machine (à moteur thermique) représente par ailleurs un risque d'apports en substances dangereuses (hydrocarbures). La construction des systèmes de captage et de rejets des eaux peut impacter l'environnement si les systèmes de protection de l'environnement ne sont pas appropriés. Cette phase, même si elle est courte, doit alerter les autorités compétentes en matière de construction, de concession et d'environnement et selon la configuration du chantier peut faire l'objet d'un suivi environnemental.

TITRE III - ÉVALUATION DE L'IMPACT DES TRAVAUX, ACTIVITÉS ET PROJET D'AMÉNAGEMENT SUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

CHAPITRE 1er - CHAMP D'APPLICATION

Art. LP. 1310-1.- La protection des espaces et patrimoines naturels et culturels, des paysages, la préservation des équilibres biologiques et la protection des ressources naturelles sont reconnues d'intérêt général.

Art. LP. 1310-2.- Les travaux, activités et projets d'aménagement qui nécessitent une autorisation administrative, ainsi que les documents d'urbanisme et d'aménagement, doivent respecter les préoccupations d'environnement.

Les documents d'urbanisme et d'aménagement relevant du titre Ier du livre Ier du code de l'aménagement doivent prendre en compte les préoccupations d'environnement dans le cadre des procédures qui leur sont propres.

Les travaux, activités et projets d'aménagement qui, en raison de leur nature, risquent de porter atteinte au milieu naturel, doivent faire l'objet d'une évaluation d'impact sur l'environnement.

Art. LP. 1310-3.- En fonction de leur importance et des incidents prévisibles sur l'environnement, l'évaluation d'impact se traduit par l'élaboration d'une étude d'impact ou d'une notice d'impact telle que définie au chapitre 2 ci-dessous.

Un arrêté pris en conseil des ministres fixe la liste des travaux, activités et projets d'aménagement soumis aux dispositions du présent code, ainsi que, pour chaque opération, les seuils entraînant l'application des mesures précisées ci-dessous. Les seuils ainsi établis peuvent être limités ou adaptés à certaines parties du territoire.

Art. LP. 1310-4.- Tout dossier de demande d'autorisation administrative, soumis aux présentes dispositions, doit comporter une évaluation d'impact sur l'environnement.

Celle-ci doit être produite par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire.

Évaluation d'impact sur l'environnement

CHAPITRE 2 - MODALITÉS

Art. LP. 1320-1.- Le contenu de l'évaluation d'impact sur l'environnement doit être proportionnel à l'importance des travaux et aménagements projetés et leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

Art. LP. 1320-2.- L'étude d'impact sur l'environnement devra comprendre :

- 1° une identification du maître de l'ouvrage ;

- 2° une description exhaustive de l'action projetée et tous plans nécessaires à la compréhension du projet envisagé et de l'étude d'impact ;
- 3° une identification des réglementations en vigueur en matière d'environnement applicables à l'action projetée, précisant notamment la présence d'installations classées pour la protection de l'environnement et les rubriques et seuils concernés ;
- 4° une analyse de l'état initial du site et de son environnement, portant notamment sur les richesses naturelles et culturelles, les espaces naturels, terrestres ou maritimes, les paysages, les eaux, les pollutions éventuelles existantes ;
- 5° une analyse des effets sur l'environnement des actions projetées sur les milieux décrits à l'alinéa précédent, et en particulier sur les sites et paysages, la faune et la flore, les milieux naturels et les équilibres biologiques, les aspects socio-économiques, le voisinage, l'hygiène et la salubrité publique, les eaux, l'air, les pollutions et nuisances potentielles produites ;
- 6° les raisons et justifications pour lesquelles le projet présenté a été retenu, du point de vue des préoccupations d'environnement par rapport aux différentes alternatives ou autres solutions envisageables ;
- 7° une description des mesures prévues par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, prévenir et compenser les effets dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes. Un programme de surveillance des effets sur l'environnement sera, le cas échéant, projeté ;
- 8° un résumé succinct et compréhensible de l'étude d'impact ;
- 9° une identification et une information la plus précise et la plus complète possible des personnes physiques et morales, notamment les associations, susceptibles d'être concernées par le projet identifié dans l'étude d'impact.

Des arrêtés pris en conseil des ministres précisent, pour certaines catégories d'ouvrages ou de projets, le contenu des dispositions qui précèdent.

Art. LP. 1320-3.- La notice d'impact est une étude simplifiée comportant tout ou partie des rubriques de l'article LP. 1320-2 ci-dessus définissant le contenu de l'étude d'impact. Elles sont analysées et développées plus succinctement. La notice d'impact décrit en particulier les conditions dans lesquelles le projet satisfait aux préoccupations d'environnement.

Art. LP. 1320-4.- Lorsque les travaux, activités et projets d'aménagement, réunissant plusieurs des éléments prévus par l'article LP. 1310-3, 2e paragraphe donnent lieu à une autorisation administrative unique, l'étude d'impact ou la notice d'impact doit intégrer ces différents éléments et seuils, en y faisant expressément référence.

Art. LP. 1320-5.- Lorsqu'une même opération, soumise aux présentes dispositions, peut donner lieu à plusieurs décisions d'autorisation, un exemplaire de l'étude ou de la notice d'impact est joint au dossier qui est fourni à l'appui de chaque demande d'autorisation.

CHAPITRE 3 - PROCÉDURE D'INSTRUCTION

Art. LP. 1330-1.- L'évaluation d'impact sur l'environnement, qui constitue une des pièces du dossier d'instruction permettant la prise en compte des préoccupations

d'environnement, est produite à l'appui de toute demande d'autorisation administrative pour les travaux, activités ou projets soumis aux présentes dispositions. Elle s'insère dans la procédure d'autorisation.

Les délais d'instruction prévus dans le cadre de chaque procédure d'autorisation administrative sont suspendus pour tenir compte, le cas échéant, des délais nécessaires à l'examen de l'évaluation d'impact, sans toutefois pourvoir excéder un délai global supérieur à six mois.

Lorsqu'une enquête publique, ou une enquête de commodo et incommodo, est prévue dans la procédure d'autorisation, l'étude d'impact ou la notice d'impact est insérée dans les dossiers soumis à cette procédure.

Art. LP. 1330-2.- Afin de permettre au maître de l'ouvrage ou au pétitionnaire d'adapter au mieux son projet aux contraintes de l'environnement, le demandeur peut soumettre son évaluation d'impact à l'instruction du service compétent, préalablement à toute demande d'autorisation de travaux.

Cette demande d'autorisation de travaux immobiliers doit alors être déposée dans un délai de six mois qui suit l'avis technique définitif du service instructeur, faute de quoi, l'évaluation d'impact devient caduque.

(Inséré, LP n° 2020-5 du 16/01/2020, Art. LP. 3)- Pour associer le public à l'élaboration d'un projet, plan ou programme, le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire peut également soumettre son projet, plan ou programme à une procédure de concertation préalable dans les conditions définies par le présent article.

La concertation préalable permet de débattre de l'opportunité, des caractéristiques principales, des objectifs et des principales orientations du projet, plan ou programme, des enjeux socio-économiques qui s'y attachent ainsi que leurs impacts significatifs sur l'environnement et l'aménagement du territoire. Cette concertation permet, le cas échéant, de débattre de solutions alternatives, y compris, l'abandon de la mise en œuvre. Elle peut également porter sur les modalités d'information et de participation du public après la concertation préalable.

La concertation préalable est d'une durée minimale de quinze jours et d'une durée maximale de trois mois. Quinze jours avant le début de la concertation, le public est informé des modalités et de la durée de la concertation par voie dématérialisée et par voie d'affichage sur le ou les lieux concernés par la concertation ainsi que, selon l'importance et la nature du projet, par voie de publication locale, aux frais du maître d'ouvrage ou du pétitionnaire. Le bilan de cette concertation est rendu public. Le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire indique les mesures qu'il juge nécessaire de mettre en place pour répondre aux enseignements qu'il tire de la concertation.

Un arrêté pris en conseil des ministres peut venir préciser les modalités d'application relatives à l'organisation de la concertation préalable.

Art. LP. 1330-3.- Lors du dépôt de la demande d'autorisation de travaux immobiliers auprès du service instructeur, l'évaluation d'impact sur l'environnement est également adressée au maire de la commune et, le cas échéant, à celui de la commune associée concernée par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire.

L'évaluation d'impact peut être consultée par le public pendant un délai de un mois à compter de la publication du document, telle que précisée ci-dessous, dans les mairies de la commune et de la commune associée. L'évaluation d'impact sur l'environnement est consultable, durant la phase d'instruction administrative, auprès du service instructeur, jusqu'à l'avis définitif rendu par ce dernier. En revanche, la consignation des avis et remarques du public, sur le registre ouvert à cet effet et tamponné par la mairie de la commune concernée, ne pourra se faire, auprès du service instructeur, que dans le délai de un mois à compter de la publication du document.

Passé ce délai, les remarques et avis du public pourront toujours être actés par courrier recommandé adressé au service instructeur et/ou à la direction de l'environnement. Ces remarques et avis ne pourront plus être pris en compte, une fois l'avis définitif du service instructeur rendu.

L'existence du document d'évaluation d'impact est rendue publique :

1° Par l'affichage, sur le site des travaux à venir, et dans un rayon d'un kilomètre le long des voies de circulation principales et secondaires, d'un avis au public effectué aux frais du demandeur et par les soins du maire de la commune concernée.

Cet avis, publié en caractères apparents, doit indiquer et contenir respectivement :

- la nature et l'emplacement des travaux projetés ;
- les lieux et dates de consultation de l'étude d'impact ;
- un descriptif succinct de l'opération avec l'indication du seuil ayant entraîné la nécessité d'une étude d'impact ou d'une notice d'impact ;
- un plan de situation de l'opération projetée en format A4 minimum.

Ces affichages, demandés par le service instructeur au maire de la commune concernée, doivent être effectifs avant l'ouverture de la consultation du public et leur accomplissement est certifié par le maire de la commune. Cette certification est adressée, par les soins du pétitionnaire, au service instructeur.

2° Par un encart dans un journal local, publié trois jours de suite aux frais du maître de l'ouvrage ou du pétitionnaire, informant des lieux et des dates de consultation de l'évaluation d'impact et indiquant qu'un plan de situation explicite est affiché à la mairie du lieu des travaux. Une copie de l'encart publié est jointe au dossier de demande d'autorisation de travaux immobiliers. Lorsque la configuration géographique du site des travaux à venir ne permet pas de faire un affichage dans le rayon d'un kilomètre prévu à l'alinéa 1, la publicité du projet est réalisée par un encart publié quinze jours de suite aux

frais du maître de l'ouvrage ou du pétitionnaire, informant des lieux et des dates de consultation de l'étude d'impact.

La participation du maire à l'instruction des dossiers d'évaluation d'impact, telle qu'elle est définie au présent article, est subordonnée à la demande préalable ou à l'accord du conseil municipal intéressé. A défaut, il appartient aux services administratifs de mener l'intégralité de la procédure.

Art. LP. 1330-4.- Pendant la durée de la consultation du public, les avis et remarques du public sont enregistrés sur le registre ouvert à cet effet dans les lieux de consultation définis à l'article LP. 1330-3. Ils sont joints au registre lorsque les avis et remarques ont été adressés par courrier recommandé au service instructeur ou à la direction de l'environnement.

Art. LP. 1330-5.- Le service instructeur qui centralise ces avis peut solliciter un mémoire en réponse auprès du maître de l'ouvrage ou du pétitionnaire pour répondre aux observations émises. Ce mémoire doit être remis au service instructeur dans un délai raisonnable, fixé par ce dernier en fonction des caractéristiques du dossier. Cette phase vise à permettre une amélioration du projet par rapport aux préoccupations d'environnement.

Art. LP. 1330-6.- A l'issue de cette première phase, le service instructeur transmet son avis sur l'évaluation d'impact, ainsi que tous documents et avis afférents, à la direction de l'environnement. Celle-ci dispose alors de quinze jours pour émettre tous avis, observations et recommandations jugés nécessaires.

Art. LP. 1330-7.- Sur proposition du service instructeur ou de la direction de l'environnement, leur ministre de tutelle, chacun en ce qui le concerne, pourra demander la réalisation d'études complémentaires ou de contre- expertises de l'étude d'impact ou de la notice d'impact sur l'environnement.

Celles-ci seront effectuées, à la charge du maître de l'ouvrage ou du pétitionnaire, par tout organisme ou expert désigné conjointement par lesdits ministres.

Art. LP. 1330-8.- Lorsque le service instructeur dispose de l'ensemble des documents et avis requis, il émet alors un avis définitif.

Est annexée à l'avis définitif, par le service instructeur, une fiche d'évaluation des modalités de consultation du public concerné par le projet telles que mises en œuvre par le maître d'ouvrage. Est indiquée, le cas échéant, la manière dont seront prises en compte les demandes exprimées par le public concerné lors de la réalisation du projet, sur la base des engagements pris par le maître d'ouvrage et des obligations qui lui seront imposées dans le cadre de l'autorisation de travaux qui devrait être délivrée.

Art. LP. 1330-9.- Dans le cas d'un avis défavorable de la direction de l'environnement sur l'évaluation d'impact, l'avis définitif du service instructeur, qui porte également sur l'évaluation d'impact, est un avis défavorable.

L'autorisation de travaux immobiliers, délivrée par l'autorité administrative compétente, oblige, le cas échéant, le bénéficiaire de cette autorisation à exécuter à ses frais les mesures compensatoires et de surveillance de l'action projetée qui se révèlent nécessaires à la protection de l'environnement.

TITRE IV - RÉSERVÉ

TITRE V - PRÉVENTION ET RÉPARATION DES DOMMAGES CAUSÉS AU PATRIMOINE COMMUN DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

CHAPITRE 1ER - DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Art. LP. 1510-1.- Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde et de contribuer à la protection du patrimoine commun de la Polynésie française.

De même, toute personne doit contribuer à la réparation des dommages qu'elle cause au patrimoine commun de la Polynésie française, dans les conditions définies par la réglementation en vigueur et le présent code.

Art. LP. 1510-2.- Outre la réparation de leurs préjudices patrimoniaux et extra-patrimoniaux, la Polynésie française, ainsi que les communes et les associations, agréées de protection de l'environnement en Polynésie française au titre de l'article L. 621-1 du code de l'environnement, peuvent exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les faits portant un préjudice direct ou indirect au patrimoine commun de la Polynésie française.

Art. LP. 1510-3.- La responsabilité environnementale de l'auteur d'un dommage peut être établie même en l'absence de faute ou de négligence, dès lors que des détériorations directes ou indirectes affectant notablement le patrimoine commun de la Polynésie française défini à l'article LP. 1100-1 ont été constatées du fait de l'activité de l'intéressé.

Art. LP. 1510-4.- Constituent des dommages causés au patrimoine commun de la Polynésie française, toutes atteintes directes ou indirectes aux espaces, ressources et milieux naturels, aux sites et paysages, à la qualité de l'air, de l'eau et des sols, aux espèces animales et végétales, aux écosystèmes, y compris les zones de biodiversité commune constituant le cadre de vie des habitants de Polynésie française, et aux services qu'ils procurent, à la diversité et aux équilibres biologiques auxquels ils participent, résultant d'actions individuelles ou collectives d'une ou plusieurs personnes.

Art. LP. 1510-5.- Le présent titre ne s'applique pas aux dommages causés par :

- 1° Un phénomène naturel de nature exceptionnelle, inévitable et irrésistible ;
- 2° La réalisation de programmes, d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations ainsi que des manifestations et interventions dans le milieu naturel, dès lors qu'ils ont été autorisés par l'autorité administrative compétente ;

- 3° Une activité autorisée en application des dispositions relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement, dès lors que les prescriptions découlant de ces dispositions ont été respectées ;
- 4° Des activités dont l'unique objet est la protection contre les risques naturels majeurs ou les catastrophes naturelles.

CHAPITRE 2 - MESURES DE PRÉVENTION ET DE RÉPARATION DES MENACES OU DES DOMMAGES CAUSÉS PAR L'ACTIVITÉ D'UN EXPLOITANT

Art. LP. 1520-1.- Le présent chapitre définit les conditions dans lesquelles sont prévenus ou réparés, en application du principe pollueur-payeur et à un coût raisonnable pour la société, les dommages causés par l'activité d'un exploitant au patrimoine commun de la Polynésie française.

Constitue une menace imminente de dommage causé au patrimoine commun de la Polynésie française pour l'application du présent chapitre une probabilité suffisante que survienne un tel dommage dans un avenir proche.

Les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur.

Art. LP. 1520-2.- Sont prévenus ou réparés selon les modalités définies par le présent chapitre :

- 1° Les dommages causés au patrimoine commun de la Polynésie française par les activités professionnelles dont la liste est fixée par arrêté pris en conseil des ministres, y compris en l'absence de faute ou de négligence de l'exploitant ;
- 2° Les dommages causés au patrimoine commun de la Polynésie française par une activité autre que celles mentionnées au 1° du présent article, en cas de faute ou de négligence de l'exploitant.

Le lien de causalité entre l'activité et le dommage est établi par la direction de l'environnement qui peut demander à l'exploitant les évaluations et informations nécessaires.

Section 1 - Mesures de prévention

Art. LP. 1521-1.- En cas de menace imminente de dommage, l'exploitant prend sans délai et à ses frais des mesures de prévention afin d'en empêcher la réalisation ou d'en limiter les effets. Si la menace persiste, il informe sans délai le maire de la commune concernée et la direction de l'environnement de sa nature, des mesures de prévention qu'il a prises et de leurs résultats.

Art. LP. 1521-2.- En cas de dommage, l'exploitant en informe sans délai le maire de la commune concernée et la direction de l'environnement. Il prend sans délai et à ses frais des

mesures visant à mettre fin à ses causes, à prévenir ou à limiter son aggravation ainsi que son incidence sur la santé humaine et sur le patrimoine commun de la Polynésie française.

Section 2 - Mesures de réparation

Art. LP. 1522-1.- La direction de l'environnement procède à l'évaluation, aux frais de l'exploitant, de la nature et des conséquences du dommage. Elle peut demander à l'exploitant d'effectuer sa propre évaluation.

Art. LP. 1522-2.- L'exploitant soumet à l'approbation de la direction de l'environnement les mesures de réparation appropriées avec pour objectif de rétablir le patrimoine naturel, les ressources naturelles et leurs services écologiques dans leur état initial et à éliminer tout risque d'atteinte à la santé humaine.

Art. LP. 1522-3.- Lorsque la réparation primaire n'aboutit pas à un retour à l'état initial ou à un état s'en approchant, des mesures de réparation complémentaire doivent être mises en œuvre afin de fournir un niveau comparable de ressources naturelles ou de services à celui qui aurait été fourni si le site avait été rétabli dans son état initial.

Les mesures de réparation compensatoire doivent compenser les pertes intermédiaires de ressources naturelles ou de services survenant entre le dommage et la date à laquelle la réparation primaire ou complémentaire a produit son effet.

Les mesures de réparation complémentaire ou les mesures de réparation compensatoire doivent tenir compte des intérêts des populations concernées par le dommage.

Les mesures de réparation compensatoire s'effectuent par priorité en nature. Elles peuvent se traduire par une compensation financière en cas d'impossibilité de droit ou de fait de mettre en place lesdites mesures de réparation en nature.

Art. LP. 1522-4.- Après avoir, le cas échéant, demandé à l'exploitant de compléter ou modifier ses propositions, la direction de l'environnement lui prescrit les mesures de réparation qu'elle estime appropriées.

Section 3 - Mesures de police administrative

Art. LP. 1523-1.- La direction de l'environnement peut demander à tout moment à l'exploitant de lui fournir toutes les informations utiles relatives aux menaces et dommages causés au patrimoine commun de la Polynésie française dans le cadre de ses activités, ainsi que les mesures de prévention ou de réparation envisagées.

Art. LP. 1523-2.- Lorsque l'exploitant n'a pas pris les mesures prévues à l'article LP. 1521-2 ou qu'il n'a pas mis en œuvre les mesures de réparation prescrites en application de l'article LP. 1522-3, la direction de l'environnement met en œuvre les dispositions prévues à l'article LP. 1622-4 et suivants du présent code.

Art. LP. 1523-3.- La direction de l'environnement peut, à tout moment, notamment en cas d'urgence ou de danger grave, prendre elle-même ou faire prendre, aux frais de l'exploitant défaillant, les mesures de prévention ou de réparation nécessaires.

Art. LP. 1523-4.- L'exploitant, tenu de prévenir ou de réparer un dommage en application du présent titre, supporte les frais liés :

- 1° à l'évaluation des dommages ;
- 2° à la détermination, la mise en œuvre et le suivi des mesures de prévention et de réparation ;

Art. LP. 1523-5.- Lorsqu'un dommage au patrimoine commun de la Polynésie française a plusieurs causes, le coût des mesures de prévention ou de réparation est réparti par la direction de l'environnement entre les exploitants, à concurrence de la participation de leur activité au dommage ou à la menace imminente de dommage.

CHAPITRE 3 - MESURES DE RÉPARATION DES MENACES OU DES DOMMAGES CAUSÉS AUX ÉLÉMENTS OU AUX FONCTIONS DES ÉCOSYSTÈMES ET AUX BÉNÉFICES COLLECTIFS TIRÉS PAR L'HOMME

Art. LP. 1530-1.- Indépendamment des préjudices réparés suivant les modalités du droit commun et celles prévues par le présent code, le présent chapitre définit les conditions dans lesquelles est réparé le préjudice écologique résultant d'une menace ou d'une atteinte aux éléments et aux fonctions des écosystèmes ainsi qu'aux bénéfices collectifs tirés par l'homme du patrimoine commun de la Polynésie française.

Constituent des préjudices causés au patrimoine commun de la Polynésie française, les atteintes causées aux écosystèmes dans leur composition, leurs structures ou leur fonctionnement. Ces préjudices se manifestent par une atteinte aux éléments ou aux fonctions des écosystèmes au-delà et indépendamment de leurs répercussions sur les intérêts humains.

L'atteinte est préjudiciable lorsqu'elle est qualifiée, selon les cas, de mesurable, suffisante, quantifiable, non négligeable, notable, significative, substantielle, grave ou irréversible.

Art. LP. 1530-2.- Sont réparées selon les modalités prévues par le présent chapitre :

- 1° les atteintes aux sols lorsqu'elles portent sur sa texture ou sa structure physique, chimique ou biologique de nature à affecter son état biologique, ses qualités et ses fonctions écologiques. Elles peuvent notamment prendre la forme d'une contamination, d'une érosion, d'une diminution en matière organique, d'un tassement, d'un glissement, d'une salinisation, d'une imperméabilisation et compaction, ou d'un appauvrissement de sa diversité biologique.
Les fonctions écologiques des sols s'entendent du rôle qu'ils jouent au sein des écosystèmes tel que servir de vivier à la biodiversité, contribuer au stockage, au filtrage

et à la transformation d'éléments nutritifs, de substances et d'eau, à la recharge des nappes souterraines, à la séquestration du carbone, ou à la régulation du climat.

- 2° les atteintes à la qualité de l'air ou de l'atmosphère de nature à affecter leurs fonctions écologiques. Elles peuvent prendre la forme d'une modification de la composition de l'air et de l'atmosphère.

Les fonctions écologiques de l'air ou de l'atmosphère s'entendent du rôle qu'ils jouent au sein des écosystèmes tel que servir de support à la biodiversité, absorber le rayonnement solaire ultraviolet, ou participer à la régulation du climat.

- 3° les atteintes aux eaux de surface ou souterraines, territoriales ou marines, ainsi qu'aux milieux aquatiques tels que les cours d'eau, les lacs, les plans d'eau et les zones humides, pouvant affecter leur état et leur potentiel écologique, leurs qualités et leurs fonctions écologiques, ainsi que, le cas échéant, leur libre écoulement. Elles peuvent prendre la forme de perturbations hydrologiques, biologiques, thermiques, physiques ou chimiques.

Les fonctions écologiques des eaux et des milieux aquatiques s'entendent du rôle qu'ils jouent au sein des écosystèmes tel que servir de support à la biodiversité, contribuer à la sédimentation, à l'élimination des polluants, à la compensation de l'insuffisance des précipitations ou à la régulation du climat.

- 4° les atteintes aux espèces de faune et de flore et à leurs fonctions écologiques, qu'elles appartiennent ou non à une catégorie d'espèce protégée ou réglementée, sous réserve des dispositions spécifiques relatives aux espèces menaçant la biodiversité. Elles peuvent se manifester à l'échelon de l'espèce, de la sous-espèce, de la population, de l'individu ou des habitats et peuvent prendre la forme de :

- la mutilation, la destruction, la perturbation d'animaux ;
- la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux ;
- l'éradication, l'affaiblissement, la diminution ou la raréfaction d'une espèce, d'une sous-espèce ou d'une population ;
- la destruction, l'altération ou la dégradation d'un habitat.

Les fonctions écologiques d'une espèce s'entendent du rôle qu'elle joue ou peut jouer au sein des écosystèmes, tels que, selon les espèces : la pollinisation de plantes, la dispersion des graines, la fourniture d'habitat ou d'alimentation pour d'autres espèces, la protection des côtes, la séquestration de carbone, la régulation du climat et le maintien de la diversité biologique nécessaire pour la survie des populations.

- 5° les atteintes aux services écologiques et culturels correspondant à une diminution des bienfaits ou des bénéfices que les êtres humains retirent des éléments du patrimoine commun de la Polynésie française ou de leurs fonctions écologiques, au-delà et indépendamment de l'altération des bénéfices individuels et clairement identifiés liée au dommage écologique. Elles peuvent présenter plusieurs formes selon la nature des services touchés :

- les atteintes aux services de régulation correspondant à l'altération de la capacité à moduler des phénomènes dans un sens favorable à l'homme comme la régulation du climat global et local, de la qualité de l'air, des flux hydriques, de l'érosion, du

traitement des déchets, des maladies, des risques naturels ou encore de la pollinisation ;

- les atteintes aux services d'approvisionnement correspondant à l'altération des produits procurés à l'homme, comme les aliments, les matériaux et fibres, l'eau douce, les bioénergies, ou les produits biochimiques et pharmaceutiques ;
- les atteintes aux services culturels correspondant à la diminution des bienfaits collectifs d'ordre spirituel, récréatif, culturel, civilisationnel, esthétique ou scientifique.

Art. LP. 1530-3.- La réparation du préjudice écologique s'effectue par priorité en nature.

En cas d'impossibilité de droit ou de fait ou d'insuffisance des mesures de réparation, le juge condamne le responsable à verser des dommages et intérêts, affectés à la réparation du patrimoine commun de la Polynésie française, au demandeur ou, si celui-ci ne peut prendre les mesures utiles à cette fin, à la Polynésie française.

L'évaluation du préjudice tient compte, le cas échéant, des mesures de réparation déjà intervenues, en particulier dans le cadre de la mise en œuvre du chapitre 2 du présent titre V.

Art. LP. 1530-4.- En cas d'astreinte, celle-ci est liquidée par le juge au profit du demandeur, qui l'affecte à la réparation du patrimoine commun de la Polynésie française ou, si le demandeur ne peut prendre les mesures utiles à cette fin, au profit de la Polynésie française.

Art. LP. 1530-5.- Les dépenses exposées pour prévenir la réalisation imminente d'un dommage, pour éviter son aggravation ou pour en réduire les conséquences constituent un préjudice réparable.

Art. LP. 1530-6.- Indépendamment de la réparation du préjudice écologique, le juge, saisi d'une demande en ce sens par une personne mentionnée à l'article LP. 1510-2 du présent code, peut prescrire des mesures raisonnables propres à prévenir ou faire cesser le dommage.

TITRE VI - DISPOSITIONS RELATIVES AUX CONTRÔLES ET AUX SANCTIONS

CHAPITRE IER - DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Art. LP. 1610-1.- Les dispositions du présent titre définissent les conditions dans lesquelles s'exercent les contrôles des installations, ouvrages, travaux, opérations, objets, dispositifs et activités régis par le présent code ainsi que les sanctions applicables en cas de manquement ou d'infraction aux prescriptions prévues par le présent code.

Les dispositions particulières relatives aux contrôles et aux sanctions figurant dans les autres titres du présent code dérogent à ces dispositions communes ou les complètent.

Des arrêtés pris en conseil des ministres déterminent, en tant que de besoin, les conditions d'application du présent titre.

Section 1 - Gardes Nature de la Polynésie française

Art. LP. 1611-1.- Il est créé un titre de « Garde Nature de la Polynésie française ».

Art. LP. 1611-2.- Sont dénommés Garde Nature de la Polynésie française, les personnes désignées ci-après, assurant sur tout ou partie du territoire de la Polynésie française des missions relatives à la connaissance, protection, conservation et gestion du patrimoine commun de la Polynésie française.

Peuvent être désignés Garde Nature de la Polynésie française :

- les officiers de police judiciaire ;
- les agents de police judiciaire et les agents de police judiciaire adjoints ;
- les fonctionnaires et agents assermentés de la Polynésie française chargés des contrôles prévus par le présent code.

Art. LP. 1611-3.- 1° A cet effet, les Gardes Nature de la Polynésie française peuvent être commissionnés par le président de la Polynésie française pour la surveillance et la constatation des infractions :

- à la réglementation relative à la protection de la nature, de la faune et de la flore, et plus généralement la protection des espèces protégées et la lutte contre les espèces menaçant la biodiversité ;
- à la réglementation relative à la protection des sites et des monuments naturels classés, et plus généralement la protection des espaces classés ;
- à la réglementation relative à la prévention et gestion des pollutions, des risques et des nuisances, aux installations classées pour la protection de l'environnement et à la gestion des déchets.

2° Ils sont chargés également de prévenir et de constater toute forme de dégradations du patrimoine commun de la Polynésie française tel que prévu au titre V du présent livre Ier.

3° Ils participent en outre :

- à des actions techniques ou missions se rapportant à l'activité normale de la direction de l'environnement ;
- à la réalisation de travaux et d'interventions techniques pour l'aménagement, la gestion et la mise en valeur des milieux naturels ;
- la collecte de renseignements sur l'état des milieux naturels et des populations animales et végétales ;
- à la sensibilisation, l'information, l'éducation, la formation et la promotion en matière de protection, de conservation et de gestion des milieux, des sites et des monuments naturels.

Art. LP. 1611-4.- Un arrêté pris en conseil des ministres définit les éléments que doit comporter la demande de reconnaissance de l'aptitude technique aux fonctions de Garde Nature de la Polynésie française, le contenu et la durée de la formation nécessaire à la

reconnaissance de cette aptitude technique, ainsi que les catégories de personnes pour lesquelles tout ou partie de la formation n'est pas exigée.

Art. LP. 1611-5.- Dans l'exercice de ses fonctions, le Garde Nature de la Polynésie française est tenu de détenir en permanence sa carte professionnelle, dont les mentions sont prévues par arrêté pris en conseil des ministres.

Cette carte professionnelle, justifiant de la qualité et des fonctions du Garde Nature de la Polynésie française, doit être présentée à toute personne qui en fait la demande.

En cas de cessation provisoire ou définitive de fonctions, le Garde Nature de la Polynésie française restitue sa carte professionnelle au directeur de l'environnement.

Art. LP. 1611-6.- Les Gardes Nature de la Polynésie française sont tenus de rédiger un rapport annuel de leurs activités, qu'ils transmettent au directeur de l'environnement avant le 31 janvier de l'année suivante.

Le directeur de l'environnement présente le rapport annuel de l'ensemble des Gardes Nature de la Polynésie française au conseil des ministres avant le 31 mars de l'année suivante.

Art. LP. 1611-7.- Quiconque fera obstacle à l'exercice des fonctions des Gardes Nature de la Polynésie française sera passible de six mois d'emprisonnement et de 1 750 000 F CFP d'amende.

Section 2 - Gardes particuliers

Art. LP. 1612-1.- Des gardes particuliers tels que prévus par le code de procédure pénale peuvent être désignés par la Polynésie française pour constater par procès-verbaux toute atteinte aux espaces dont ils ont la garde dans le cadre d'un plan de gestion fixé par le présent code.

L'action des gardes particuliers mentionnés à l'alinéa précédent, sur l'espace dont ils ont la garde, n'exclut pas celle de tout fonctionnaire et agent chargés des contrôles prévus par le présent code.

Les gardes particuliers mentionnés au premier alinéa doivent justifier d'une aptitude technique aux fonctions.

Art. LP. 1612-2.- 1° A cet effet, les gardes particuliers mentionnés à l'article LP. 1612-1 sont commissionnés par le président de la Polynésie française, sur proposition de la direction de l'environnement, pour le contrôle et la constatation des infractions au plan de gestion de l'espace dont ils ont la garde.

2° Ils participent en outre :

- à la réalisation de travaux et d'interventions techniques pour l'aménagement, la gestion et la mise en valeur de l'espace dont ils ont la garde ;

- la collecte de renseignements sur l'état du milieu naturel et des populations animales et végétales de l'espace dont ils ont la garde.

Art. LP. 1612-3.- Les gardes particuliers mentionnés à l'article LP. 1612-1 doivent être agréés par le haut-commissaire de la République en Polynésie française dans les conditions prévues par le code de procédure pénale applicable en Polynésie française.

L'agrément du haut-commissaire est valable pour une durée de cinq ans, renouvelable.

Art. LP. 1612-4.- Un arrêté pris en conseil des ministres définit les éléments que doit comporter la demande de reconnaissance de l'aptitude technique aux fonctions de garde particulier, le contenu et la durée de la formation nécessaire à la reconnaissance de cette aptitude technique.

Art. LP. 1612-5.- Dans l'exercice de ses fonctions, le garde particulier est tenu de détenir en permanence sa carte professionnelle, dont les mentions sont prévues par arrêté pris en conseil des ministres et qui est visée par le haut-commissaire de la République en Polynésie française.

Cette carte professionnelle, justifiant de la qualité et des fonctions du garde particulier, doit être présentée à toute personne qui en fait la demande.

En cas de cessation provisoire ou définitive de fonctions, le garde particulier restitue sa carte professionnelle au directeur de l'environnement qui en informe le haut-commissaire sans délai.

Art. LP. 1612-6.- Les gardes particuliers mentionnés à l'article LP. 1612-1 sont tenus de rédiger un rapport annuel de leurs activités, qu'ils transmettent au directeur de l'environnement avant le 31 janvier de l'année suivante.

Le directeur de l'environnement présente le rapport annuel de l'ensemble des gardes particuliers au conseil des ministres avant le 31 mars de l'année suivante.

Art. LP. 1612-7.- Quiconque fera obstacle à l'exercice des fonctions des gardes particuliers mentionnés à l'article LP. 1612-1 sera passible de six mois d'emprisonnement et de 1 750 000 F CFP d'amende.

Évaluation d'impact sur l'environnement

	Opérations	Études d'impact	Notice d'impact
	(Supprimé, Arr n° 1345 CM du 28/08/2020, Art. 1er)		
Eau	Eaux - système d'épuration collectif - stockage d'eau potable Domaine public maritime ou fluvial (occupation) - émissaire en mer ou en lagon ou en rivière ou en lagune - rejets d'eaux pluviales - autres rejets - remblai - dragage - à des fins hôtelières	capacité de traitement > à 5.000 équivalent habitants exigée à partir de 3.000 m³ au-dessus d'un diamètre de 1 m exigée au-dessus de 5.000 m² au-dessus de 10.000 m³ à partir de 10 unités hôtelières	
Energie	Electricité (transport) Gazoducs ou oléoducs Energie hydraulique - barrages et centrales hydroélectriques	travaux des installations des ouvrages de tension exigée	
Matériaux	Mines - permis exclusif de recherche - travaux de recherche et exploration - exploitation de fonds marins - travaux d'exploitation de substances minières Extractions - sur le domaine public fluvial ou maritime - en terrain privé Terrassement	ouvrages dont la puissance excède 500 kW exigée exigée au-dessus de 5.000 m³ au-dessus de 10.000 m³ exigée au-dessus de 10.000 m³	au-dessous de 500 kW exigée exigée de 1.000 à 5.000 m³ de 2.000 à 10.000 m³
Stationnement	Aires de stationnement, à l'exception des stationnements provisoires (bal, foire...)	150 emplacements ou plus	de 50 à 149 emplacements

Equipement	Port - de commerce - de plaisance Aéroport.....	exigée exigée au-dessus de 80 emplacements exigée	exigée de 10 à 80 emplacements
Immobilier	Constructions - permis de construire dans un P.G.A. hors P.G.A. - immeuble (hauteur) dans un P.G.A. hors P.G.A. Lotissement - dans un P.G.A. - hors P.G.A.	lorsque la construction porte sur une superficie couverte supérieure à 2.400 m ² supérieure à 2.000 m ² à partir de R + 7 à partir de R + 6 au-dessus de 16.000 m ² d'aménagement général ou de 40 lots au-dessus de 12.000 m ² d'aménagement général ou de 30 lots	
Voirie	Piste carrossable (en 4x4) Route.....	plus de 10 km linéaires plus de 10 km linéaires	de 2 à 10 km linéaires de 2 à 10 km linéaires
Tourisme	Camping, caravanning..... Parc d'attraction ou aménagement sportif terrestre .. Golf	10 emplacements ou plus pour une emprise supérieure à 5 ha	pour une emprise supérieure à 5ha
Sols	Serre ou abri de culture Abattage d'arbres Défrichement - dans une zone agricole protégée - plaine..... - pente > à 15 %..... - hors zone agricole protégée - plaine..... - pente > à 15 %.....	 au-dessus de 20 ha au-dessus de 10 ha à partir de 5 ha à partir de 2 ha	à partir de 2.000 m ² domaine public de l'Etat, du territoire ou de la commune, situé en zone urbaine

