1. L'éléphant, la vache et la femme.

1.a La masse de l'éléphant vaut : m = 5'000 [kg].
Rayon du disque de contacte d'une patte : r = 0,15 [m].
La surface totale des 4 pattes vaut : S = 4 · π · $0{,}15^2$ = 0,283 [m^2].

Pression exercée par les pattes : $P=\frac{m\cdot g}{S}=\frac{5'000\cdot 9.81}{0.283}=173'000[\text{Pa}]$

1.b La masse de la vache vaut : m = 600 [kg].
Rayon du disque de contacte d'un sabot : r = 0,05 [m].
La surface totale des 4 sabots vaut : S = 4 · π · $0{,}05^2$ = 0,0314 [m^2].

Pression exercée par les sabots : $P=\frac{m\cdot g}{S}=\frac{600\cdot 9.81}{0.0314}=187'000[\text{Pa}]$

1.c La masse de la femme vaut : m = 60 [kg].
La masse supportée par un talon aiguille = 60 / 4 = 15 [kg]
La surface totale d'un talon aiguille vaut : S = 1 [cm^2] = 0,0001 [m^2].

Pression exercée par chaque talon aiguille : $P=\frac{m\cdot g}{S}=\frac{15\cdot 9.81}{0.0001}=1'472'000[\text{Pa}]$

Cette pression est plus de huit fois supérieure à la pression exercée par une patte d'un éléphant.
Ce talon aiguille a plus de chance de s'enfoncer dans un sol qu'un éléphant. !

---

2. Les deux récipients.
Deux raisonnements contradictoires peuvent être imaginés.

i) Le récipient de gauche contient plus de liquide, donc sa force de pesanteur du liquide est plus grande et la surface est la même, donc la pression est plus grande.

ii) La pression due au liquide dans un récipient égale la masse volumique du liquide fois l'accélération de la pesanteur (g) fois la hauteur du liquide.
Dans les deux situations, cela donne le même résultat, donc la pression est la même au fond des deux récipients.
La deuxième réponse est correcte.
L'erreur de la première réponse est d'avoir ignoré les forces exercées par les parois sur le liquide, dont les composantes verticales s'ajoutent à la force de pesanteur pour donner une force finale exercée au fond du récipient de droite égale à celle du récipient de gauche.

---

3. Au bord de la mer.

3.a La pression à la surface de l'eau est de une atmosphère, soit 1,013 · 10^5 [Pa] par temps "normal".

3.b La pression subie par un plongeur se trouvant à 20 [m] de profondeur est de une atmosphère +

$\rho_{eau}\cdot g\cdot h=1\,atm.+998\left[\frac{kg}{m^3}\right]\cdot 9.81\left[\frac{N}{kg}\right]\cdot 20[m]$ = 1 atmosphère + 195'800 [Pa] = 2,97 · 10^5 [Pa].

3.c Il faut tenir compte de la pression atmosphérique, de la masse volumique de l'eau, de l'accélération de la pesanteur et de la profondeur. Peu importe la quantité d'eau se trouvant dans la mer, le lac ou la piscine dans laquelle se trouve le plongeur.

3.d La pression subie par un plongeur se trouvant à 50 [m] de profondeur est de une atmosphère +

$\rho_{eau}\cdot g\cdot h=1\,atm.+998\left[\frac{kg}{m^3}\right]\cdot 9.81\left[\frac{N}{kg}\right]\cdot 50[m]$ = 1 atmosphère + 489'500 [Pa] = 5,91 · 10^5 [Pa].

---

4. Le réseau de distribution d'eau potable. La pression atmosphérique ne sera pas prise en compte.

4.c En C, la pression due à l'eau est celle d'une colonne de 25 + 1 [m] d'eau.

$$P_C=\rho_{eau}\cdot g\cdot h_C=998\left[\frac{kg}{m^3}\right]\cdot 9.81\left[\frac{N}{kg}\right]\cdot 26[m] = 255 \text{ [kPa]}.$$

4.a En A, la pression due à l'eau est celle d'une colonne de 25 − 7 [m] d'eau.

$$P_A=998\left[\frac{kg}{m^3}\right]\cdot 9.81\left[\frac{N}{kg}\right]\cdot 18[m] = 176 \text{ [kPa]}.$$

4.b En B, la pression due à l'eau est celle d'une colonne de 25 − 4 [m] d'eau.

$$P_B=998\left[\frac{kg}{m^3}\right]\cdot 9.81\left[\frac{N}{kg}\right]\cdot 21[m] = 206 \text{ [kPa]}.$$

4.d En D, la pression due à l'eau est celle d'une colonne de 25 − 15 [m] d'eau.

$$P_D=998\left[\frac{kg}{m^3}\right]\cdot 9.81\left[\frac{N}{kg}\right]\cdot 10[m] = 97{,}9 \text{ [kPa]}.$$

---

5. Le tonneau de Blaise Pascal.

5.a La pression exercée pas l'eau dans le tonneau est proportionnelle à la hauteur d'eau et indépendante de la quantité d'eau se trouvant dans le tube.
La force due à la pression et s'appliquant sur les parois du tonneau est proportionnelle à la pression due à la colonne d'eau et à la surface intérieure des parois du tonneau. Cette force est donc beaucoup plus grande dans le tonneau que dans le tube.

5.b Le paradoxe vient du fait qu'une petite quantité d'eau permet d'exercer une grande force sur la parois du tonneau. Cette force est beaucoup plus grande que la force de pesanteur de l'eau se trouvant dans le tube. Elle peut même être beaucoup plus grande que la force de pesanteur de l'eau se trouvant dans le tube plus celle se trouvant dans le tonneau. L'eau du tube fait en sorte que les parois du tonneau se repoussent avec une très grande force.

5.c La surface de la douve est de S = 0,1 · 0,1 = 0,01 [cm²].

La pression sur cette douve est de $P_{douve}=\rho\cdot g\cdot(h-h')=998\left[\frac{kg}{m^3}\right]\cdot 9.81\left[\frac{N}{kg}\right]\cdot 9{,}5[m]$ = 93 [kPa].

Donc la force s'appliquant sur cette douve est de $F=P_{douve}\cdot S=93'000\cdot 0{,}01=930[N]$.

C'est comme si la douve devait retenir une masse d'environ 93 [kg].
Remarque : Les forces dues à la pression atmosphérique sont les mêmes des deux côtés de la douve et se compensent. Il n'est donc pas nécessaire d'en tenir compte.

---

6. Le pompage par aspiration.

6.a Si l'eau monte dans un tube pas aspiration, comme dans la figure de cet exercice, ce n'est pas pour combler le "vide" que forme la pompe, mais c'est parce que la pression atmosphérique exerce une force sur l'eau pour la faire monter. La pression due à la colonne d'eau doit compenser la différence entre la pression atmosphérique et la faible pression que génère la pompe au sommet de la colonne d'eau. Cette différence de pression est toujours inférieur à la pression atmosphérique, qui correspond à environ une colonne de 10 mètres d'eau.

6.b Les arbres de plus de 10 mètres de hauteur ne pompent pas l'eau directement, mais utilisent d'autres moyens, telle que la capillarité, pour faire monter l'eau au sommet de l'arbre.
Les pompiers désirant faire monter de l'eau à plus de 10 mètres de hauteur exercent une force pression sur la bas de la colonne d'eau. Typiquement la pression dans le réseau de distribution d'eau d'une maison est de 6 atmosphères.

---

7. Les vrais - faux.

7.a Faux. L'air à une masse, que l'on peut facilement estimer en utilisant une pompe à vide sur une sphère en verre assez solide et une balance de précision. Beaucoup de gaz sont invisibles, mais tous ont une masse car ils sont formés d'atomes.

7.b Faux. Le volume d'un gaz dépend de la masse du gaz et de sa masse volumique. La masse volumique dépend elle-même du nombre de molécules du gaz, de la pression du volume et de la température. Cette dépendante $\left(P \cdot V = n \cdot R \cdot T\right)$ est hors champ du cours.

7.c Faux. Un manomètre mesure la pression dans un fluide, mais pas sa masse.

7.d Vrai. 1'000 [hPa] = 1'000 · 100 [Pa] = 10^5 [Pa] = 1 bar.

7.e Faux. Les liquides sont généralement incompressibles, alors que les gaz sont compressibles.

7.f Vrai. Le baromètre indique la pression atmosphérique, qui est un indicateur de prévision du temps.

---

8. La pression atmosphérique.

8.a C'est un exercice de lecture graphique.
A 4'000 [m] la pression atmosphérique est de 62'000 [Pa].

8.b A environ 5'500 [m] la pression atmosphérique est d'environ 50'000 [Pa], soit la moitié de la pression atmosphérique.

8.c A environ 10'200 [m] la pression atmosphérique est d'environ 25'000 [Pa], soit le quart de la pression atmosphérique.

8.d A environ 14'500 [m] la pression atmosphérique est d'environ 12'500 [Pa], soit le huitième de la pression atmosphérique.
