1. Le diamètre du fil est $d = \sqrt{\frac{4.s}{\pi}}$. Une spire a donc une épaisseur d selon l'axe Oz. Il y a donc $n = \frac{1}{d}$ spires par unité de longueur.
$\boxed{n = \sqrt{\frac{\pi}{4.s}}}$

2. L'axe Oz est un axe d'anti-symétrie pour la distribution des courants. Le champ $\overrightarrow{B}$ en tout point de cet axe doit donc être colinéaire à l'axe, ainsi $\boxed{\overrightarrow{u} = \overrightarrow{e_z}}$

3.
   - En notant H le centre de la spire, $tan\alpha = \frac{a}{MH}$ et $dz = d(MH)$. On a donc $dz = d(HM) = d\left(\frac{a}{tan\alpha}\right) = \frac{-a}{sin^2\alpha}.d\alpha$. Or $dI = I.n.dz$ donc $\boxed{dI = -I.n.\frac{a}{sin^2\alpha}.d\alpha}$.
   - $d\overrightarrow{B}(M) = \frac{-I.n.\mu_0}{2}.sin\alpha.d\alpha.\overrightarrow{e_z}$
   - Par intégration, $\boxed{\overrightarrow{B}(M) = \frac{I.n.\mu_0}{2}.\left(cos\alpha_2 - cos\alpha_1\right).\overrightarrow{e_z}}$

4. En posant $\alpha_1 = \pi$ et $\alpha_2 = 0$, on décrit le solénoïde infini. On retrouve bien alors $\boxed{\overrightarrow{B}(M) = I.n.\mu_0.\overrightarrow{e_z}}$