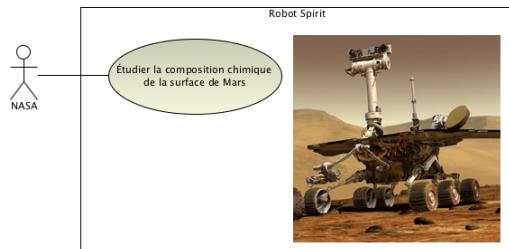


## TD 01



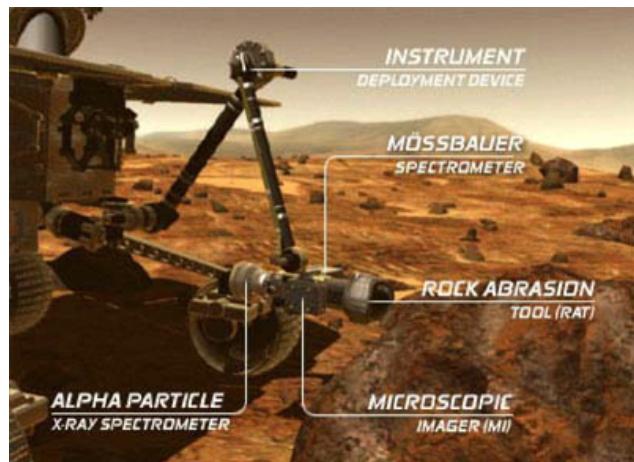
## TD 01 – Robot Martien Spirit

X-ENS PSI 2005 – O. Le Gallo – <http://olivier.legallo.pagesperso-orange.fr/>*Savoirs et compétences :*

Le robot SPIRIT a été conçu par la NASA pour étudier la composition chimique de la surface de la planète Mars. Les principaux composants de ce robot sont :

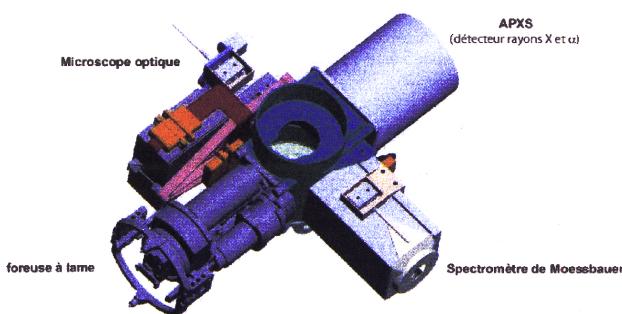
- un corps, appelé « Warm Electronic Box », dont la fonction est d'assurer la liaison entre les divers composants. Il supporte les batteries qui sont chargées par des capteurs solaires. Il protège également l'électronique embarquée des agressions extérieures;
- une tête périscopique orientable dont la fonction est d'orienter le système de vision appelé « Pancam » (Panoramic Camera) qui se trouve à 1.40 m de hauteur. Ce dernier fournit une vue en trois dimensions de l'environnement. Le traitement des images acquises par les caméras du Pancam permet à Spirit de réaliser une cartographie des terrains et donc de trouver de manière autonome son chemin en évitant les obstacles. Cette autonomie de déplacement est renforcée par l'utilisation de quatre caméras de direction situées sur le corps.
- un bras articulé, dont la fonction est d'amener un bâillet portant quatre outils (une foreuse, un microscope et deux spectromètres) à proximité d'une roche à étudier. L'étude de la roche par ces quatre outils se fait par des carottages horizontaux.
- six roues, animées chacune par un motoréducteur, dont la fonction est d'assurer le déplacement de Spirit sur un sol caillouteux. Les deux roues avant et arrière possèdent de plus un moteur de direction permettant au robot d'effectuer des changements de direction jusqu'à un demi-tour sur place.
- un système de communication et des antennes haute et basse fréquence, dont la fonction est de permettre à Spirit de communiquer avec la terre.

Le BDD qui suit précise cette structure matérielle.



On s'intéresse ici uniquement à la phase de prospection. Comme précisé précédemment, l'analyse est réalisée grâce à quatre outils installés sur un bâillet rotatif :

- la foreuse à lame (notée **fo**) : elle est utilisée pour obtenir une surface analysable. Afin de supprimer la croûte rocheuse, un trou cylindrique de profondeur minimale est effectué. Un capteur mesure la profondeur de perçage et envoie l'information **pt** (perçage terminé) lorsque l'objectif est atteint. Le perçage normal se fait à vitesse minimale et effort maximal. L'information **fo\_r** signale que la foreuse est rentrée en position de repos, l'information **fo\_s** signale que la foreuse est sortie, prête à l'emploi.
- le microscope optique (noté **mi**) : il renseigne sur la morphologie de la roche (taille des particules, agencement, texture, etc.). L'électronique signale la fin de l'analyse optique par l'information **fin\_a**. L'information **mi\_r** signale que le microscope est rentré en position repos, l'information **mi\_s** que le microscope est sorti, prêt à l'emploi.
- l'analyseur APSX (noté **ap**) : il mène des analyses aux rayons X et  $\alpha$ , de manière à déterminer la composition élémentaire de la roche.
- le spectromètre de Moessbauer (noté **sp**) : il permet de détecter la présence de minéraux ferreux et de quantifier la teneur en  $Fe^{2+}$  et  $Fe^{3+}$ .

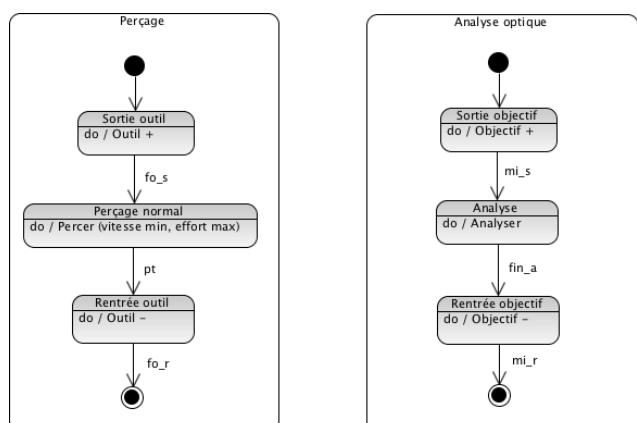
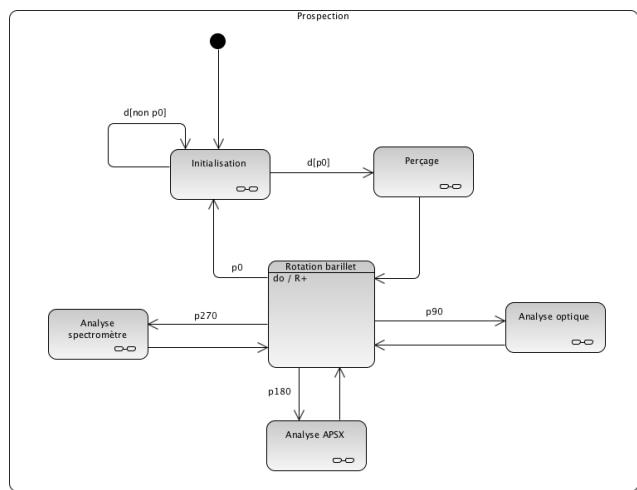


Initialement, la foreuse se trouve face à la surface à étudier (la position du bâillet est mesurée par un capteur angulaire). Le déroulement normal d'une phase de prospection est spécifié par le diagramme d'états page suivante.

La phase de prospection débute lorsque la commande de départ **d** est donnée et que le bâillet se trouve foreuse face à la surface (information **p0** délivrée par le capteur angulaire).

Le perçage s'effectue alors (à vitesse minimale et effort maximal) jusqu'à ce que la profondeur voulue soit atteinte (information **pt**), puis la foreuse se rétracte et le bâillet tourne de 90°(position **p90**) dans le sens positif.

Puis viennent les phases d'analyse optique, APSX et spectromètre avec une rotation de 90°du bâillet à chaque fois, jusqu'au retour à la position initiale du bâillet. Les phases d'analyse ASPX et spectromètre ne sont pas étudiées et donc les états composites correspondants ne sont pas fournis.



En pratique, ce fonctionnement normal peut être perturbé par deux situations :

- pathologie 1- échec de la phase de perçage : le forage peut échouer si la roche se révèle trop résistante. Dans ce cas, on renonce à l'analyse et le système doit revenir en situation initiale;
- pathologie 2 - échec de la phase d'analyse : le microscope optique de haute précision a une profondeur de champ très réduite, en conséquence, si l'état de surface à l'issue de la phase de perçage est médiocre, l'analyse optique ne peut pas être menée. Il est alors nécessaire de recommencer la phase de perçage, cette fois à vitesse maximale et effort minimal, ces conditions permettant d'améliorer notablement l'état d'une surface préexistante.

**Question 1** Proposer une modification de l'état composite de perçage permettant de :

- renoncer au perçage si la profondeur attendue n'est pas atteinte au delà d'une durée maximale **t\_max**;
- créer une variable « perçage échoué » telle que :
  - perçage échoué = 0 si le perçage est réussi;
  - perçage échoué = 1 en cas d'échec.

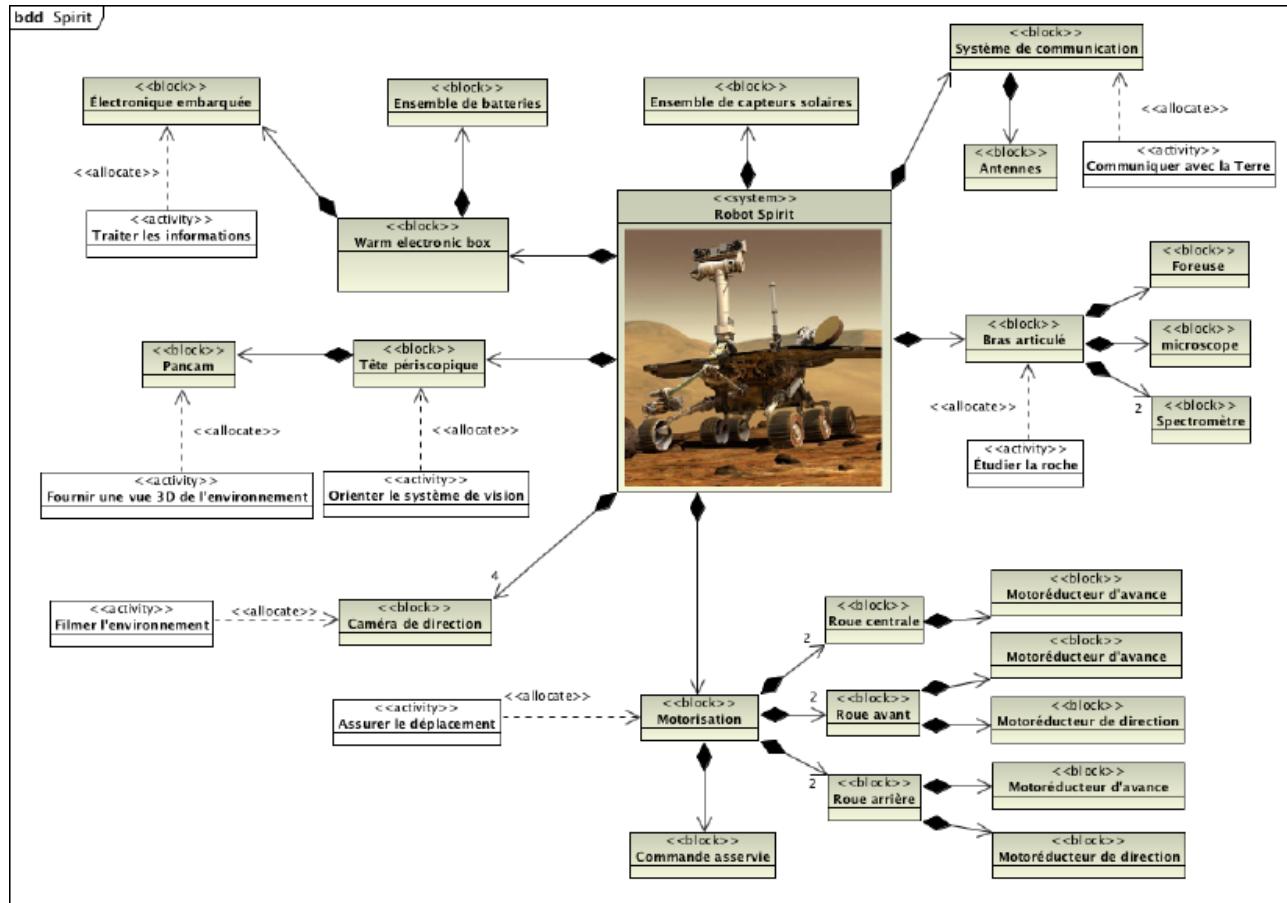
**Question 2** Modifier le diagramme de prospection en conséquence pour que, dans le cas d'un échec du perçage, le système revienne en situation initiale.

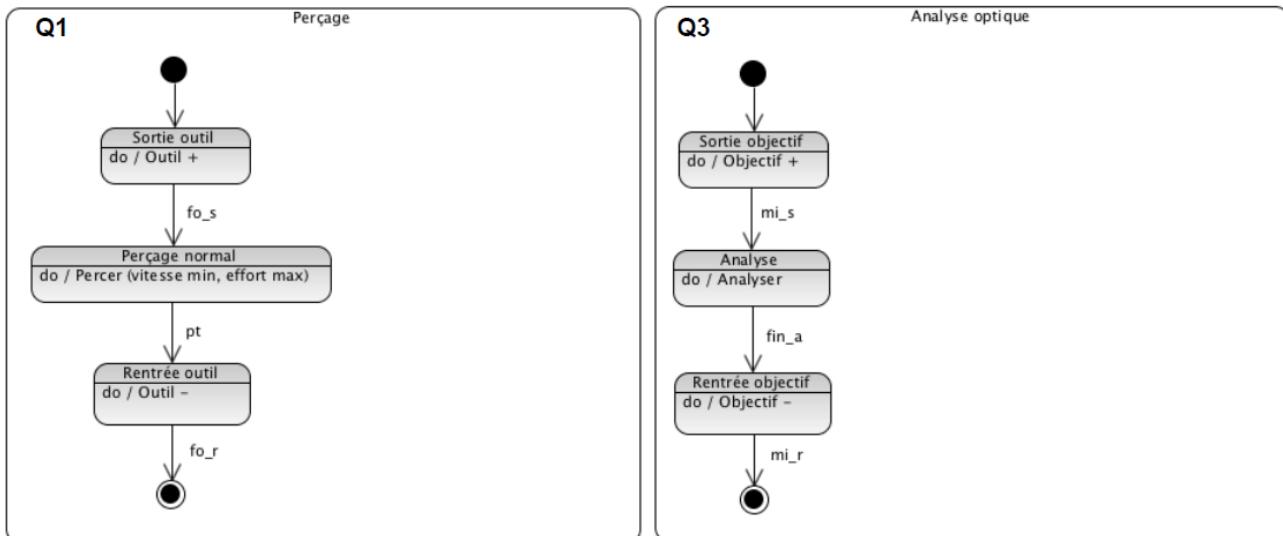
**Question 3** En fonctionnement normal, l'électronique signale la fin de l'analyse optique par l'information **fin\_a**. Dans le cas de la pathologie 2, cette information n'est jamais validée mais le système valide une information **S\_imp** (surface impropre). Proposer une modification de l'état composite d'analyse optique permettant de :

- renoncer à l'analyse optique si l'information **S\_imp** est reçue;
- créer une variable « analyse échouée » telle que :
  - analyse échouée = 0 si l'analyse est réussie;
  - analyse échouée = 1 en cas d'échec.

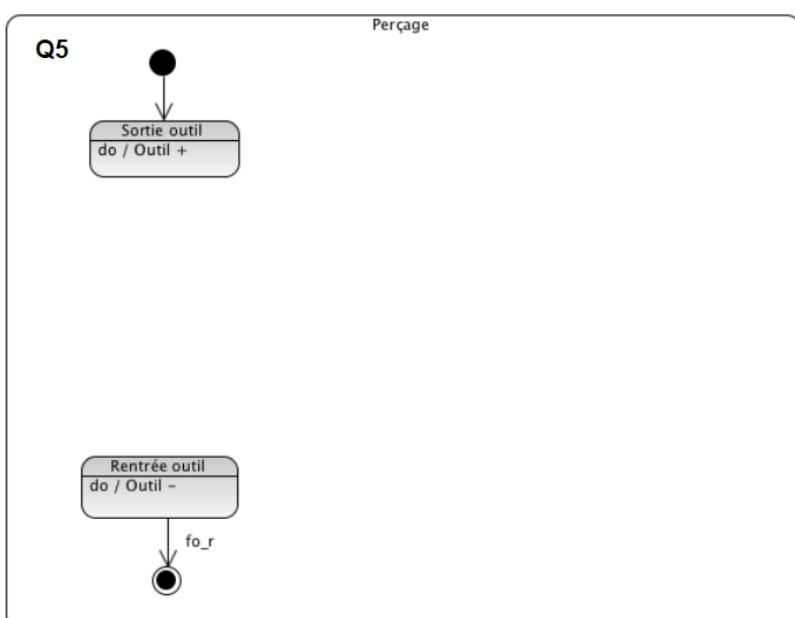
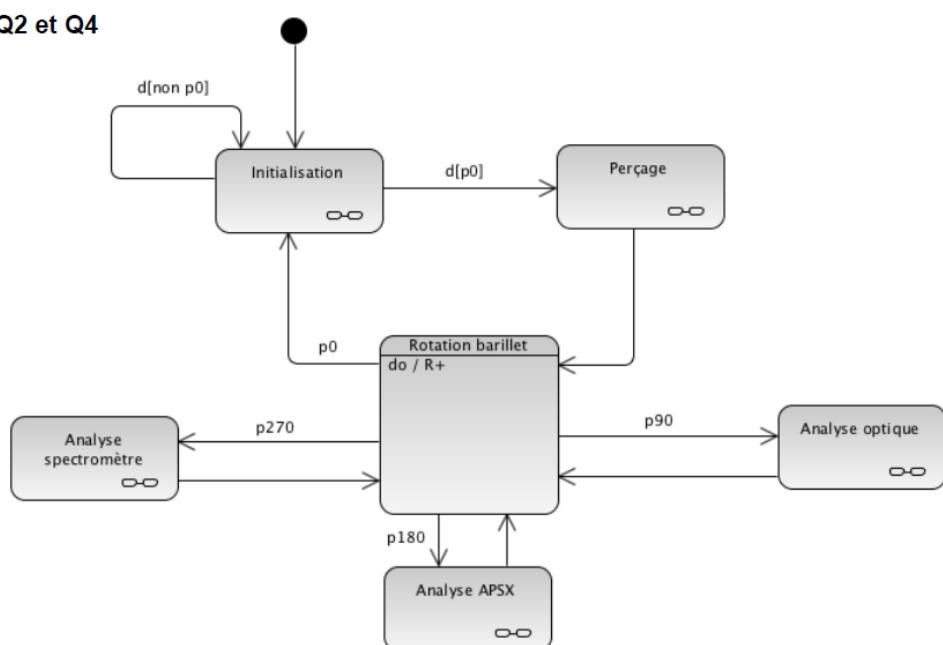
**Question 4** Poursuivre la modification du diagramme de prospection pour que, dans le cas d'un échec de l'analyse optique, la phase de perçage soit relancée.

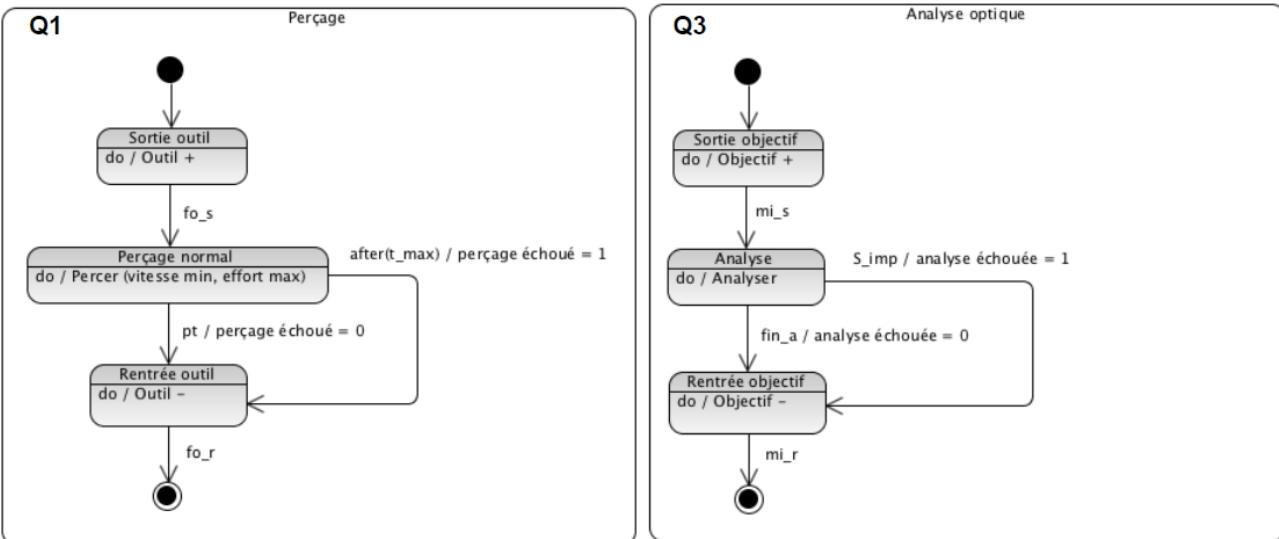
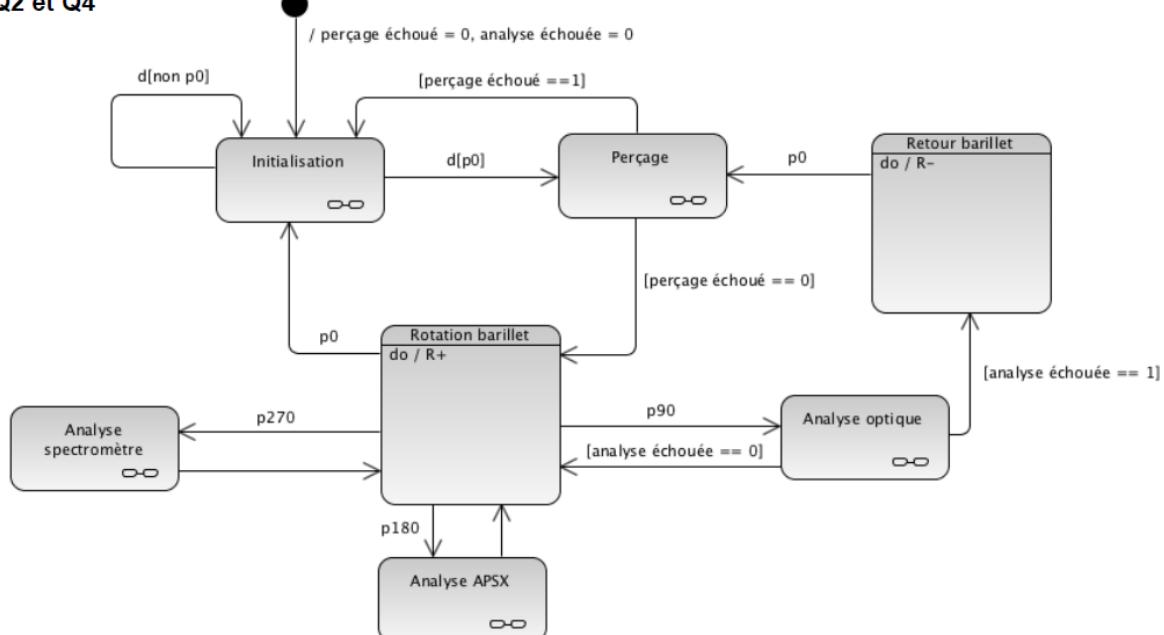
**Question 5** Modifier pour finir l'état composite de perçage de manière à ce que les conditions de forage correspondent à la façon dont cet état a été activé : perçage normal (vitesse min, effort max) ou perçage fin (vitesse max, effort min) s'il s'agit d'améliorer la surface.





**Q2 et Q4**




**Q2 et Q4**

**Q5**
