

Automates temporisés

TD/TME 2 : Composition d'automates temporisés – Construction des régions

Exercice 1 Modélisation d'un feu tricolore

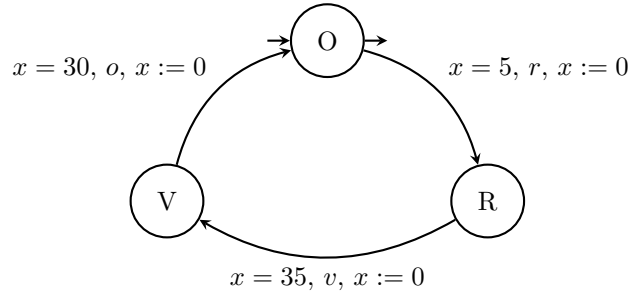
Un feu tricolore peut être rouge, orange, vert, ou éteint. Il peut fonctionner selon deux modes : le mode *classique* où il est successivement vert, puis orange, puis rouge, puis de nouveau vert, etc. Dans ce cas, il reste 30 secondes au vert, 5 secondes à l'orange, et 35 secondes au rouge. L'autre mode, le *clignotant* est celui où le feu ne cesse de clignoter à l'orange (à une fréquence d'un clignotement toutes les 2 secondes). On pourra supposer que le feu est initialement orange, et qu'il ne peut s'arrêter que dans cette même situation.

1. Modéliser chacun des modes par un automate temporisé.
2. Modéliser par un seul automate le feu pouvant fonctionner selon les deux modes, en prenant en compte que le feu ne peut changer de mode que lorsqu'il est orange et qu'il ne peut pas changer deux fois de mode à moins de 10 minutes d'écart.
3. On suppose maintenant que l'on a quatre feux nord, sud, est, ouest (N, S, E, O) à une intersection, qui fonctionnent dans le mode classique. Les feux nord et sud (respectivement est et ouest) sont synchronisés. On pourra donc modéliser chacune de ces paires par un seul feu, dont l'un est initialement vert et l'autre rouge. Modéliser un contrôleur pour cette intersection sachant que :
 - il y a alternance du passage entre les deux axes
 - lorsque l'un des feu est vert, l'autre doit être rouge
 - les deux feux ne doivent pas être simultanément rouge plus de 5 secondes*[NB : les actions et horloges de chaque feu sont distinctes]*
4. Composer le contrôleur avec les deux feux.
5. Les bus circulant sur l'axe nord-sud disposent de boîtiers leur permettant de "faire passer le feu au vert". Un bus peut être *non détecté* (loin), *proche*, ou *au niveau du feu*. La politique du feu est d'essayer que le bus passe le plus vite possible. Il suppose pour ça que le bus arrive au feu 30 secondes après la détection. On suppose qu'il n'y a détection que d'un seul bus à la fois (on pourra séparer les bus d'au moins 2 minutes) et qu'il ne franchit pas le feu s'il est orange.
 - a) Construire un automate qui modélise la détection du bus.
 - b) Modifier le contrôleur pour qu'il essaie de faciliter le passage du bus.
6. [TME] Transcrire en HYTECH les feux en mode classique de la question 1 et le contrôleur de la question 3.
7. [TME] Vérifier que l'on n'atteint jamais une paire d'états où les deux feux sont verts.
8. [TME] En est-il de même pour les états où les deux feux sont oranges ?

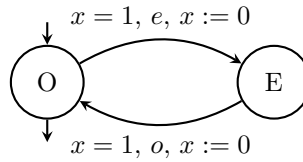
Solution de l'exercice 1

Rappel : dans un automate temporisé, ce sont les *actions* qui importent, et non l'état. On utilisera donc les actions r, v, o, e correspondant respectivement au passage au rouge, vert, orange et éteint.

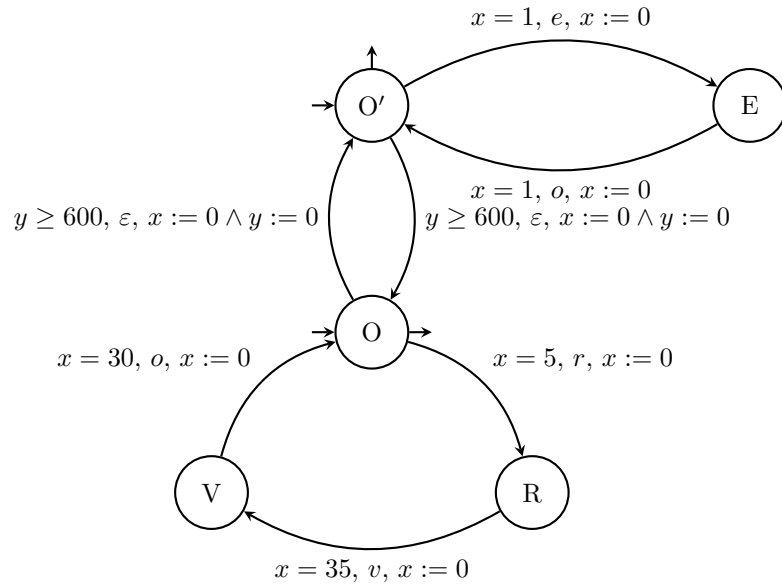
1. Le mode *classique* est un cycle contenant les contraintes de temps.



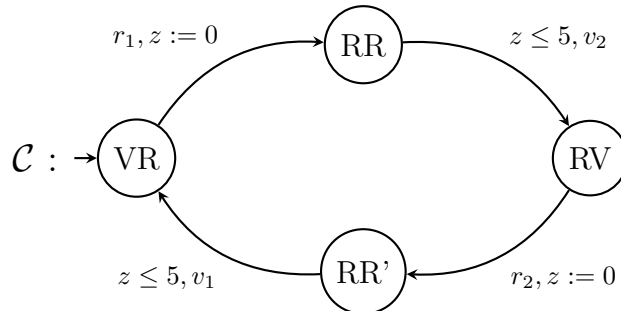
Le mode *clignotant* est aussi un cycle, mais cette fois-ci entre la position orange et la position éteinte.



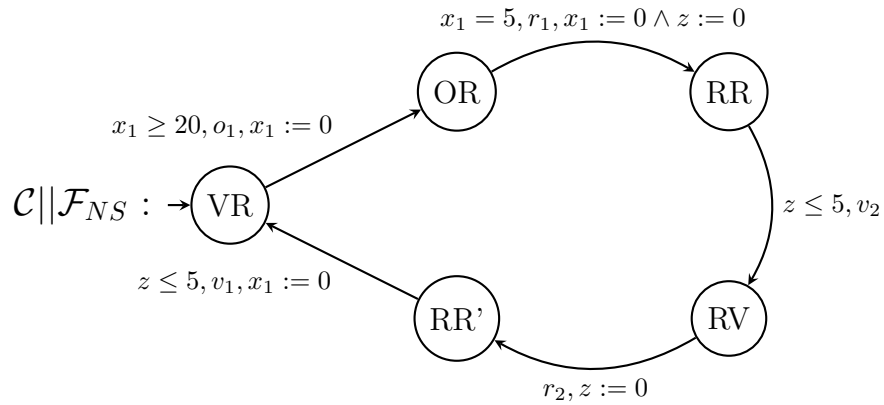
2. On va ajouter une seconde horloge y qui mesurera le temps passé dans un des deux modes.



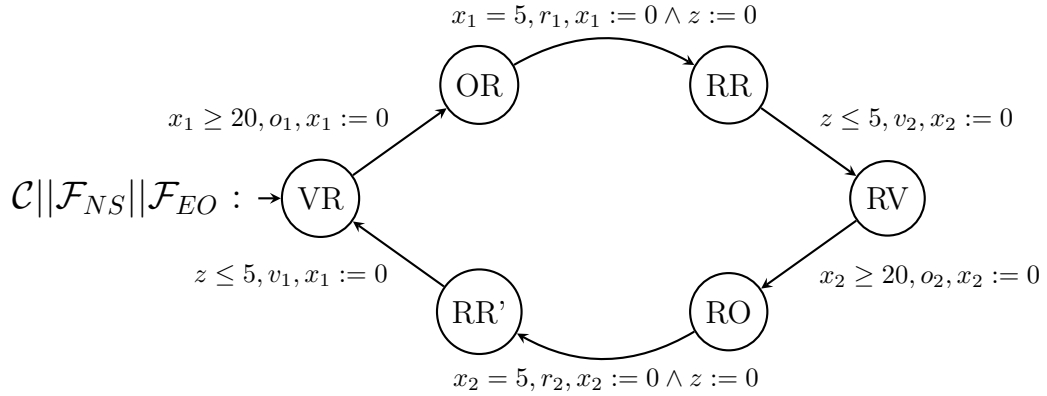
3. On n'a ici pas besoin de se synchroniser avec toutes les actions : on peut ignorer les signaux oranges, que l'on n'a pas besoin de contrôler. On se synchronise donc avec les signaux r_1, v_1, r_2, v_2 . L'horloge z est une nouvelle horloge. Le contrôleur ne fait donc qu'implémenter les trois propriétés demandées.



4. On commence par faire le produit du contrôleur \mathcal{C} avec le feu nord-sud \mathcal{F}_{NS} . Comme le produit synchronisé est associatif, le choix de commencer par ce produit est purement arbitraire.

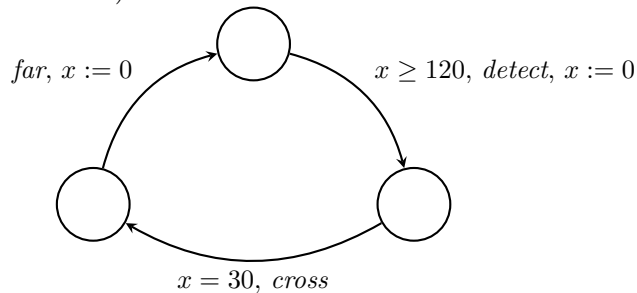


On peut maintenant faire le produit avec le feu est-ouest \mathcal{F}_{EO} .

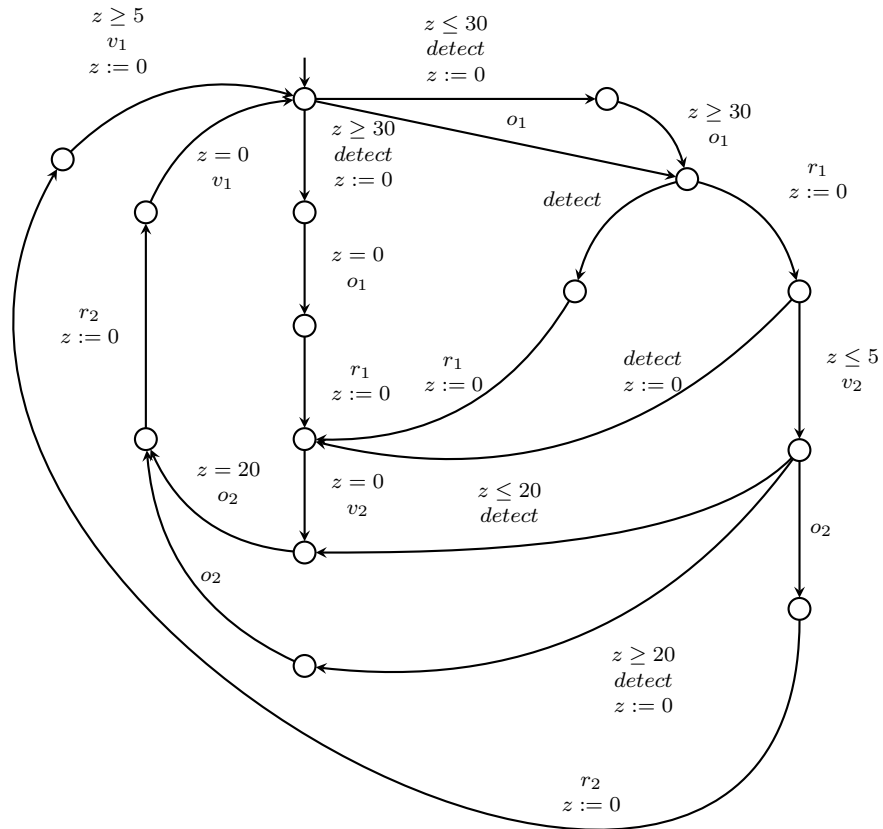


Remarquons que l'on aurait pu commencer par composer les deux feux entre eux. Mais dans ce cas on aurait eu tous les entrelacements possibles des actions, comme si les feux évoluaient indépendamment l'un de l'autre.

5. a) On utilise trois signaux : *far* (le bus est loin), *detect* (bus détecté), *cross* (le bus est à l'intersection).

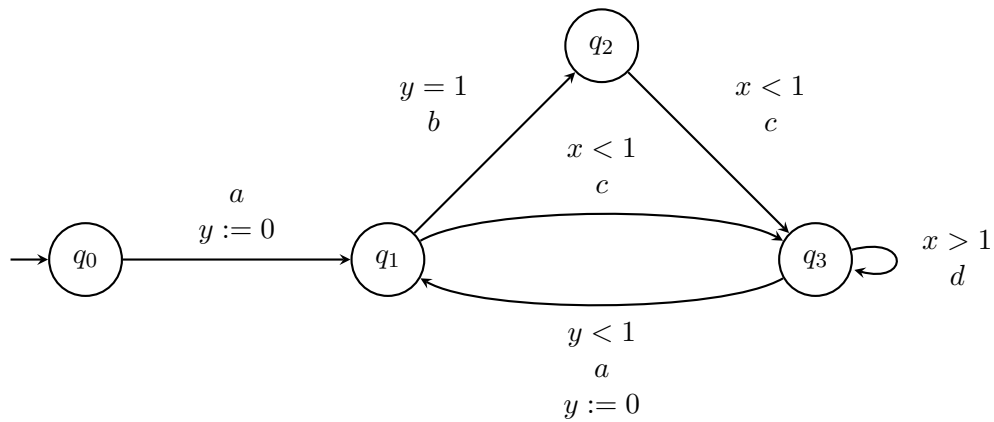


- b) Pour faciliter le passage d'un bus, on va soit laisser le feu nord-sud vert plus longtemps, soit raccourcir la durée où le feu est-ouest est vert.

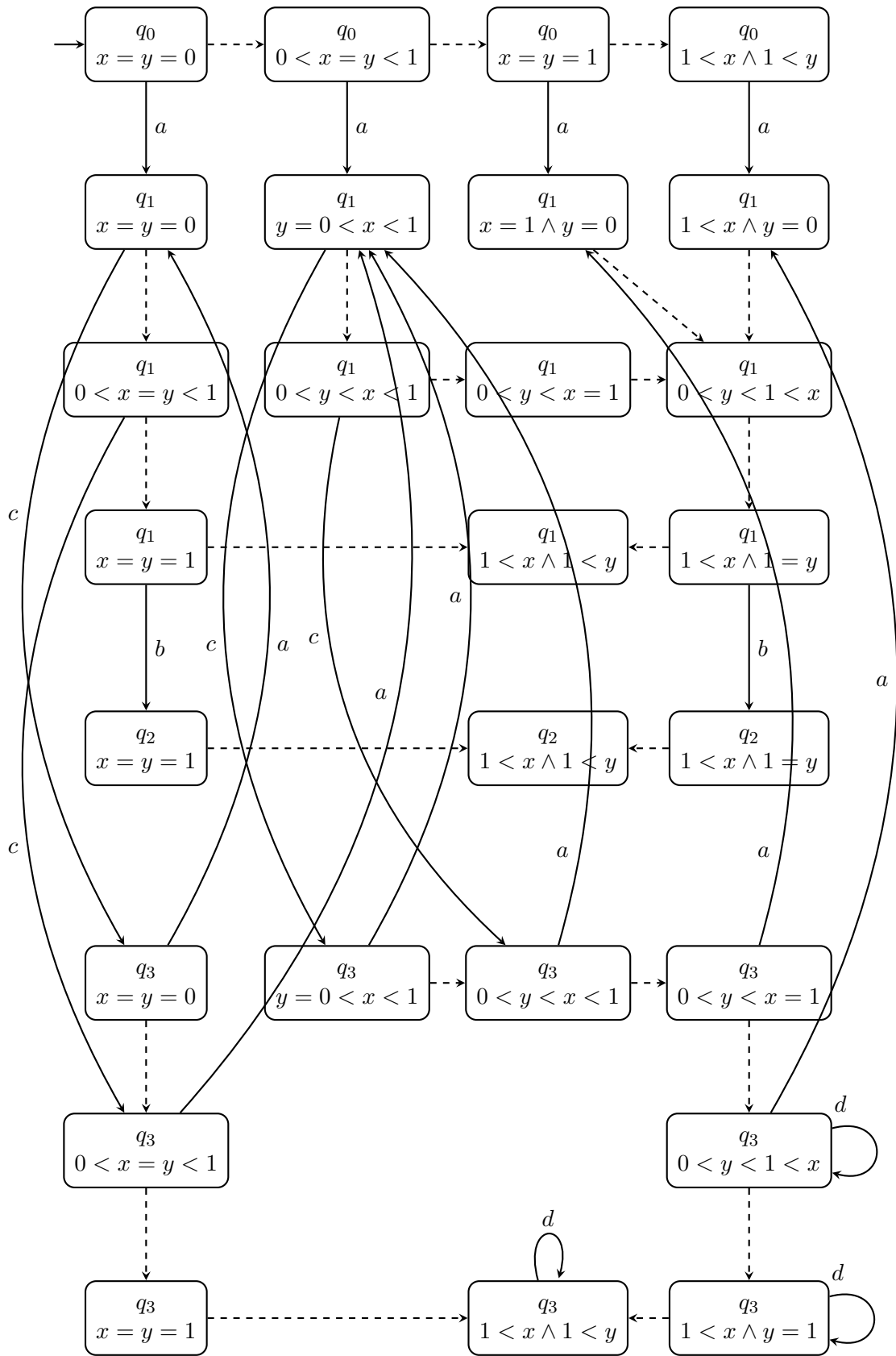


Exercice 2 Construction des régions

À l'aide de la représentation dans le plan des valeurs d'horloges, construire l'automate des régions correspondant à l'automate temporisé suivant :

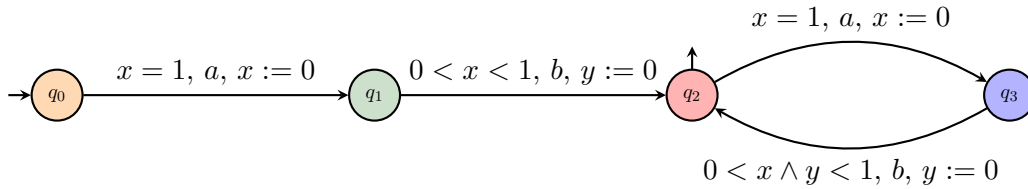


Solution de l'exercice 2



Exercice 3 Pour s’amuser... (Alur & Dill '94)

Donnez (en français) le langage temporisé reconnu par l’automate suivant :



Solution de l’exercice 3

Le langage reconnu est l’ensemble

$$\{(a, 1)(b, z_1) \dots (a, i)(b, z_i) \dots \mid 0 < z_1 < 1 \wedge \forall i > 1, z_i < z_{i-1} + 1\}$$

des mots ayant un *a* toutes les unités de temps, alterné avec un *b* de plus en plus tôt dans l’intervalle délimité par les *as*. Pour voir ceci, on peut observer une exécution de cet automate en regardant les valeurs successives des horloges dans le plan, ou bien l’exécution par rapport au temps global du système. L’exécution que l’on observe ici est $(a, 1), (b, 1.875), (a, 2), (b, 2.7), (a, 3), (b, 3.375), (a, 4) \dots$. On représente en orange le temps passé dans l’état q_0 , en vert pour l’état q_1 , en rouge pour q_2 et en bleu pour q_3 . On voit sur les graphiques que le temps passé dans q_3 diminue à chaque fois. Cette diminution est forcée par la contrainte $y < 1$ qui oblige les *b* à être séparés de moins de 1.

