

Dominos logiques

Roxane Van den Bossche

2022

Sommaire

1	Introduction	2
1.1	Présentation	2
1.2	Informations pratiques	2
1.3	Résumé	2
2	Portes logiques et tables de vérité	2
3	Déroulement	3
3.1	Description par étape	3
3.2	Remarque générale	4
4	Lien avec l'informatique	4
5	Retour sur l'activité	4
5.1	Description de la classe	4
5.2	Réaction des élèves face à l'activité	4
5.3	Pédagogie	4
5.4	Temps	5
5.5	Collaboration	5
5.6	Impression personnelle	5
5.7	Photos de l'activité	6
6	Annexe	7

1 Introduction

1.1 Présentation

Le but de cette activité est de matérialiser la logique des ordinateurs grâce à des dominos. Il s'agit donc de construire des circuits de dominos qui se comportent comme les micro-composants des ordinateurs afin de découvrir comment des objets physiques peuvent "calculer" et opérer des raisonnements élémentaires.

1.2 Informations pratiques

Niveau : CM1-CM2

Matériel : Dominos, étiquettes d'entrées et de sorties (plastifiées), tableau noir ou véléda

Durée : 2h

1.3 Résumé

Après avoir expliqué le principe aux élèves et montré un exemple, l'idée est de leur faire, d'une part construire des circuits logiques en dominos et analyser leur comportement, en testant le circuit et en remplissant la table de vérité correspondante, et d'autre part, à partir d'une table de vérité, de construire le circuit correspondant.

2 Portes logiques et tables de vérité

Une *porte logique* peut être vue soit comme un micro-composant d'ordinateur, soit comme l'objet abstrait qui possède le même comportement que ce composant. Quoi qu'il en soit, une porte logique se définit par ses entrées, ses sorties, et la règle qui lie les entrées aux sorties. Les entrées reçoivent un *signal* qui est soit 1 (ie. il y a un signal qui circule), soit 0 (ie. il n'y a pas de signal qui circule). De même, une sortie renvoie un signal. Le signal renvoyé par la sortie dépend des signaux en entrée selon une règle propre à chaque porte logique. Par exemple, la porte ET possède deux entrées et une sortie. La sortie doit renvoyer un signal si et seulement si elle en a reçu un dans ses deux entrées simultanément, car on aura bien un signal dans la première entrée "et" dans la deuxième entrée. Cette porte "calcule" donc le "et" logique.

On peut représenter une porte logique par sa *table de vérité* :

Entrée 1	Entrée 2	Sortie
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Table de vérité de la porte ET

Dans un ordinateur, le "signal" est matérialisé par des courants électriques. Dans notre activité, un signal correspond à la chute des dominos.

3 Déroutement

3.1 Description par étape

Durée	Activité	Description	Configuration	Matériel
10 min	Présentation	"Bonjour, est-ce que vous savez comment ça fonctionne à l'intérieur d'un ordinateur?" Rebondir sur les réponses puis amener l'idée de micro-composant faisant des petits bouts de calculs et travaillant ensemble pour faire des gros calculs, comme par exemple faire fonctionner un jeu vidéo. "Aujourd'hui nous allons fabriquer des composants qui réfléchissent nous aussi, mais pour mieux voir, on va les faire en plus gros, avec des dominos!"	Oral collectif	
10 min	Un premier exemple (le OU exclusif)	Je construis le circuit de la figure 1 (en annexe) en expliquant le principe des entrées et des sorties et en remplissant avec les élèves la table de vérité du circuit (figures 2 et 3).	Oral collectif	30 dominos, tableau noir ou véléda
15 min	Construction de la porte OU	Je donne aux élèves la table de vérité de la porte OU (figure 4) en leur expliquant le lien avec le mot "ou" et en précisant qu'il s'agit du "ou" inclusif. Ils doivent alors essayer de construire un circuit correspondant. (Solution : figure 5)	petits groupes (3 ou 4)	30 dominos par groupe, étiquettes d'entrées et de sortie, tableau noir ou véléda
5 min	Solution de la porte OU	Je donne la solution (figure 5) aux élèves en construisant le circuit ou en montrant celui d'un élève qui a réussi, puis je laisse quelques minutes aux élèves pour construire le circuit.	petits groupes (3 ou 4)	30 dominos par groupe, étiquettes d'entrées et de sortie, tableau noir ou véléda
15 min	Construction du circuit avec entrée blocante	Je donne aux élèves la table de vérité de la (figure 6) en leur expliquant que la sortie doit être exactement l'entrée 1, sauf si l'entrée 2 est activée, au quel cas la sortie ne doit jamais s'activer (l'entrée 2 est blocante). Ils doivent alors essayer de construire un circuit correspondant. (Solution : figure 7)	petits groupes (3 ou 4)	30 dominos par groupe, étiquettes d'entrées et de sortie, tableau noir ou véléda
10 min	Solution du circuit avec entrée blocante	Je donne la solution (figure 7) aux élèves en construisant le circuit ou en montrant celui d'un élève qui a réussi, puis je laisse quelques minutes aux élèves pour construire le circuit.	petits groupes (3 ou 4)	30 dominos par groupe, étiquettes d'entrées et de sortie, tableau noir ou véléda
5 min	Présentation des branchements	"On peut maintenant brancher plusieurs circuits ensemble pour faire des calculs plus compliqués." Je branche les deux circuits précédents entre eux et remplis la table de vérité avec les interventions orales des élèves. (figures 8 et 9)	Oral collectif	80 dominos, tableau noir ou véléda
20 min	La porte ET	Je donne aux élèves la table de vérité de la porte ET (figure 10) en leur expliquant le lien avec le mot "et". Ils doivent alors essayer de construire un circuit correspondant. Cette porte est plus compliquée, l'aide des encadrants est la bienvenue. L'activité sera facilitée si tous les encadrants présents ont compris le fonctionnement de cette porte logique. (Solution : figure 11)	petits groupes (3 ou 4)	30 dominos par groupe, étiquettes d'entrées et de sortie, tableau noir ou véléda

Durée	Activité	Description	Configuration	Matériel
15 min	Solution de la porte ET	Pour ceux qui n'ont pas trouvé, je montre le circuit de la porte ET en expliquant son fonctionnement. Je laisse ensuite quelques minutes aux élèves pour construire le circuit.	Oral collectif puis petits groupes	80 dominos
15 min	Conclusion	Bilan, lien avec les ordinateurs, réponse aux questions éventuelles, ouverture sur les "ordinateurs en dominos" (additionneurs, etc.).	Oral collectif	

3.2 Remarque générale

Pour toutes les tables de logiques données, il existe une infinité de circuits possibles. L'annexe propose une ou deux solutions pour chaque circuit demandé au cours de l'activité, mais d'autres solutions peuvent fonctionner. Le plus simple pour savoir si un circuit répond au problème posé est de le tester et de voir si il donne les résultats décrits par la table de vérité.

4 Lien avec l'informatique

Les composants des ordinateurs fonctionnent de la même façon. Comme ils sont microscopiques, on ne peut pas les observer. La difficulté est de faire faire des calculs à des objets physiques. Cette activité donne une première idée du déterminisme des ordinateurs, qui font exactement ce pour quoi ils ont été construits puis programmés, et rien de plus.

5 Retour sur l'activité

5.1 Description de la classe

J'ai réalisé mon activité dans une classe de 27 élèves. Une élève était diagnostiquée comme autiste et était accompagnée par une aide scolaire. L'enseignante a participé à encadrer l'activité.

5.2 Réaction des élèves face à l'activité

Tout d'abord, la vue des dominos a enthousiasmé les élèves. Ensuite, lors de l'introduction, j'ai posé des questions sur l'informatique et ils étaient très motivés pour répondre. De façon générale, les élèves étaient enthousiastes et créatifs et avaient hâte de me montrer leurs idées.

Ils ont remarquablement mieux réussi les différentes étapes que les adultes sur qui j'avais testé l'activité. La première étape (le "OU") a été réussie par tous les groupes. Les suivantes ont été réussies par beaucoup de groupes et certains groupes ont même réussi le "ET" pourtant très difficile.

Pour le "ET", un groupe a proposé une idée originale : mettre plusieurs dominos à la place d'un pour augmenter la force nécessaire pour les faire tomber. Ainsi, un seul domino ne peut pas les faire tomber, mais deux dominos le peuvent.

5.3 Pédagogie

L'enseignante m'avait indiquée que les élèves avaient déjà étudié la différence entre le "ou" inclusif et le "ou" exclusif. J'ai donc commencé par un petit rappel sur ces deux définitions.

Pendant toute l'activité, j'ai tissé un parallèle avec l'exemple suivant, qui a souvent débloqué les élèves : *Ce matin il y a du pain et des céréales pour le petit déjeuner, et votre maman vous a dit :*

- *Que vous pouviez manger du pain, des céréales, ou les deux :* pour représenter le "OU" logique (inclusif)
- *Que vous pouviez manger soit l'un, soit l'autre, mais pas les deux :* pour le "OU" exclusif
- *Que vous deviez manger les deux :* pour le "ET"
- etc.

Ensuite, lorsqu'ils ne comprenaient pas bien, je traduisais la situation dans cet exemple et je demandais : "Est-ce que vous avez respecté la consigne de votre maman ?" En général ils savaient répondre immédiatement.

Pour bien aider les élèves, il était nécessaire de refaire constamment le lien entre les valeur de vérité 1 et 0, les dominos tombés ou pas et l'exemple ci-dessus.

Les choses visuelles aident beaucoup les élèves, aussi ai-je pris soin de toujours marquer les étapes au tableau, en entourant en couleur celle qui était en cours. Cela les aidait à différencier le "OU" exclusif et le "OU" inclusif par exemple.

Il était aussi utile d'expliquer les circuits aux élèves, en montrant quelle partie bloquaient quelle partie, etc. J'ai souvent demandé aux élèves de m'expliquer leur circuit pour savoir si il fonctionnait. Cela les forçait à mettre leurs idées en ordre et ils y arrivaient plutôt bien.

5.4 Temps

L'activité s'est déroulée sur une durée un peu plus longue que deux heures, avec une pose d'un quart d'heure au milieu. Comme l'activité demande de la concentration et peut s'avérer difficile, cette pose me semble une très bonne chose. Je n'ai pas cherché à respecter exactement les temps indiqués, mais finalement j'en suis restée assez proche. J'ai fini l'activité exactement à l'heure de la fin. Cela était facilité par le fait que je décidais combien de temps laisser aux élèves pour chercher, le temps est donc facilement adaptable. La dernière porte logique (le "ET") est particulièrement dure à trouver et il ne faut pas forcément s'attendre à ce que des élèves trouvent. Par contre, il est intéressant de les laisser chercher un certain temps pour qu'ils comprennent bien le problème et ses difficultés. C'est ce que j'ai fait, et ensuite lorsque j'ai montré la solution, ils l'ont tout de suite comprise.

5.5 Collaboration

Nous avons au préalable revu le temps de chaque étape avec l'enseignante de la classe. Cette version est donc la version allongée.

L'enseignante m'a aussi dit que la notation avec des 1 et des 0 lui semblait plus pertinente que celle représentant les dominos debouts ou couchés. J'ai donc utilisé les 1 et les 0 pour mon activité, et les élèves ont très bien compris.

J'avais aussi pu visiter la classe et décider où aurait lieu l'activité. Je suis venu 30 minutes avant l'activité pour préparer la salle pendant que les élèves étaient absents. J'ai regroupé les tables par 3 ou 4 et distribué les dominos et les étiquettes. Je me suis aussi assurée d'avoir une table pour moi devant le tableau pour pouvoir faire des démonstrations de mes circuits aux élèves. J'avais construit un circuit avant leur arrivée, ce qui a grandement piqué leur curiosité.

L'enseignante avait pris le soin de comprendre l'activité grâce au document présent et a donc réellement pu aider les élèves. Les élèves étaient très demandeurs d'attention, cette aide était donc la bienvenue. Elle m'a aussi aidé à encadrer la classe car je n'avais aucune expérience dans le domaine. Souvent, des groupes finissaient une étape bien avant les autres. Elle a donc eu l'idée de leur faire dessiner leur circuit et noter la table de vérité pour les occuper, ce qui a très bien fonctionné.

5.6 Impression personnelle

J'ai été très agréablement surprise par l'enthousiasme et la créativité des élèves. J'ai l'impression que tout le monde a réfléchi et s'est amusé, c'est donc pour moi une très bonne expérience, que je serais prête à renouveler.

Certains élèves sont restés à part, parce qu'ils ne s'entendaient pas avec leur groupe ou bien étaient un peu renfermés, ce qui les a parfois empêcher de profiter de l'activité. Je ne savais pas comment les faire apprécier l'exercice. Certains aussi allaient trop vite et ne laissaient pas le temps à leur groupe de chercher. Mais ce cas était moins problématique car j'avais emporté plus de dominos que prévu, chaque groupe en avait autour de 200, donc ils pouvaient construire plusieurs circuit en même temps. De cette façons, si un élève allait trop

vite, le reste du groupe pouvait chercher de son côté.

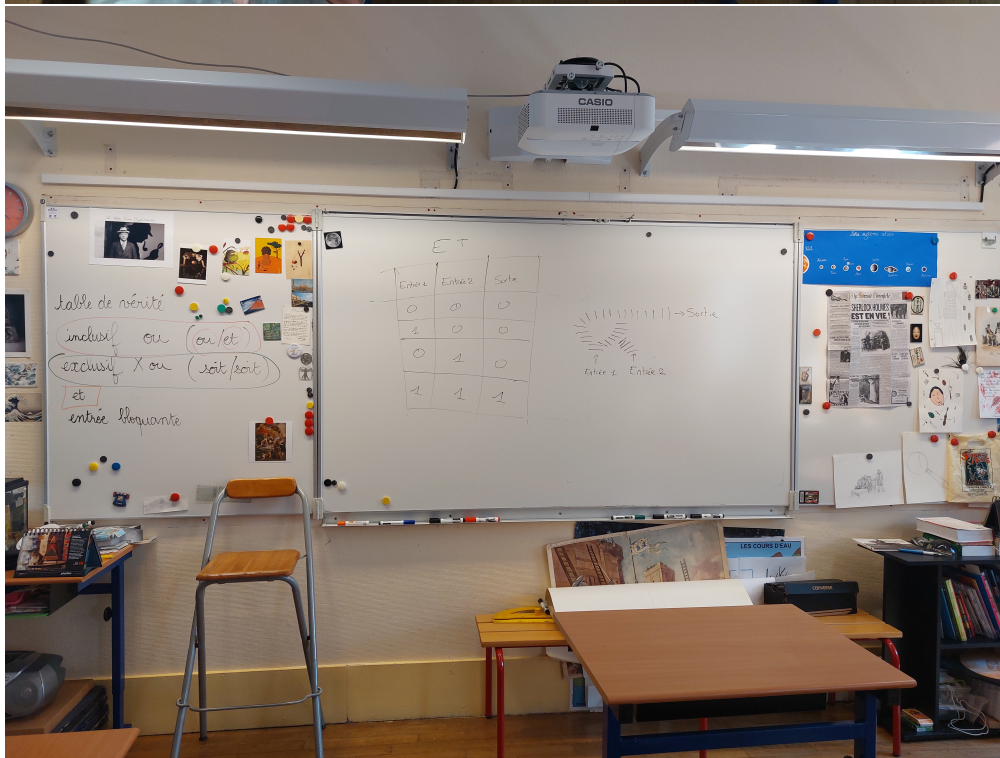
Cette brève intervention dans une classe de primaire m'a déjà permis d'en apprendre beaucoup sur la façon d'encadrer des élèves de cet âge.

Je pense que cette activité peut s'adapter à un autre public, mais à la condition que les participants soient enthousiastes et aient envie de s'amuser. Sinon les participants risquent de très vite laisser tomber car ce n'est pas du tout évident. Je la déconseille donc pour des adultes qui ne l'auraient pas choisi.

Enfin, je remercie Fabien Tarissan et l'organisme *Informatique débranchée* de m'avoir donné cette opportunité, que sinon, je n'aurais même pas imaginée.

5.7 Photos de l'activité





6 Annexe

Dans toutes les tables de vérités, les 0 sont remplacés par des dominos verticaux (le signal n'est pas passé) et les 1 sont représentés par des barres horizontales (le signal est passé et les dominos sont tombés). En effet, l'expérience m'a montré que la conversion en 1 et en 0 était une étape de plus qui avait plutôt tendance à perdre les élèves. Le lien sera donc seulement fait à l'oral avec les signaux électriques.

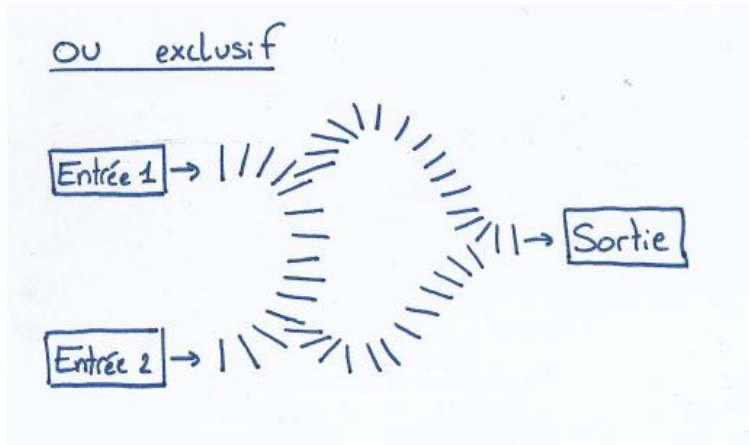


FIGURE 1 – Circuit du ou exclusif

Ou exclusif (à remplir)

Entrée 1	Entrée 2	Sortie
□	□	
□	▬	
▬	□	
▬	▬	

FIGURE 2 – Table de vérité du ou exclusif à remplir

Ou exclusif

Entrée 1	Entrée 2	Sortie
□	□	□
□	▬	▬
▬	□	▬
▬	▬	□

FIGURE 3 – Table de vérité du ou exclusif complétée

Ou (inclusif)

Entrée 1	Entrée 2	Sortie
□	□	□
□	▬	▬
▬	□	▬
▬	▬	▬

FIGURE 4 – Table de vérité du ou inclusif

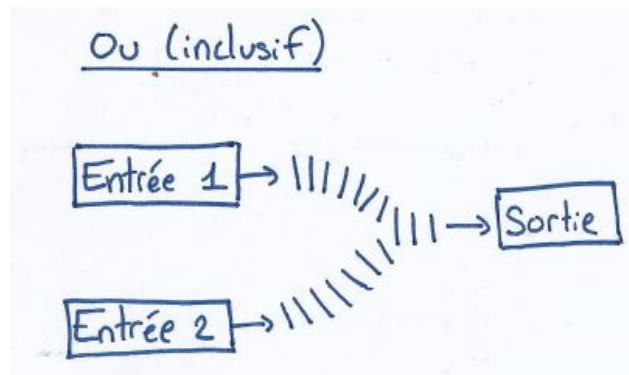


FIGURE 5 – Circuit du ou inclusif

Circuit avec entrée blocante

Entrée 1	Entrée 2	Sortie
▬	▬	□
□	▬	□
▬	□	▬
□	□	□

} Blocage

FIGURE 6 – Table de vérité du circuit avec entrée blocante

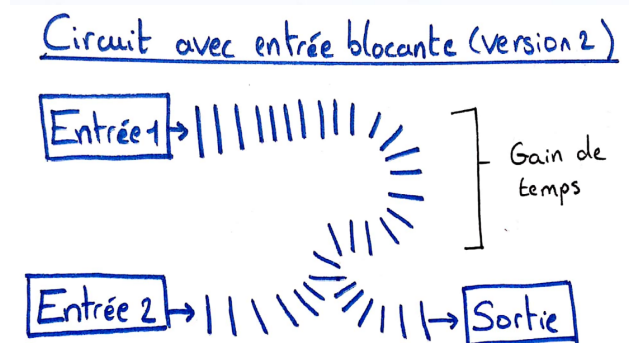
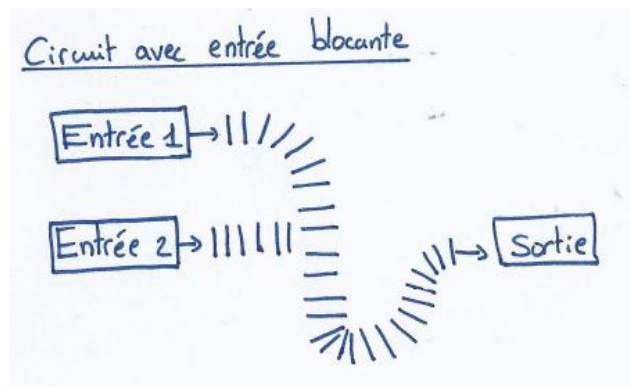
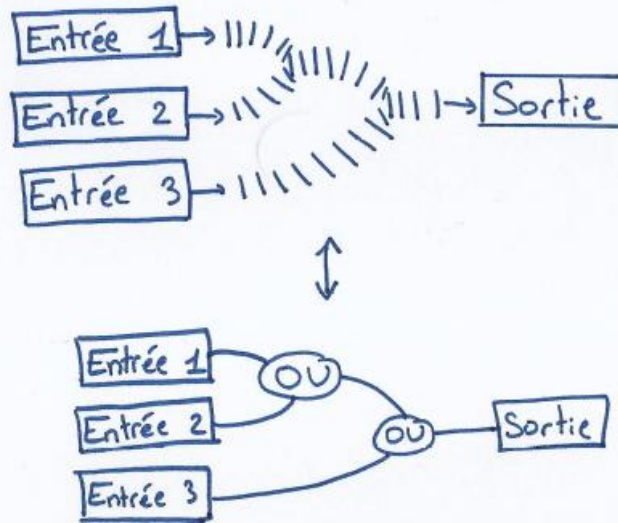


FIGURE 7 – Schéma du circuit avec entrée blocante (2 versions de blocages)

Exemple de branchement: triple ou



Triple ou :

Entrée 1	Entrée 2	Entrée 3	Sortie
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
0	1	1	1
1	1	1	1

FIGURE 8 – Circuit et table de vérité du triple OU (exemple de branchement)

Exemple de branchement: Quadruple OU

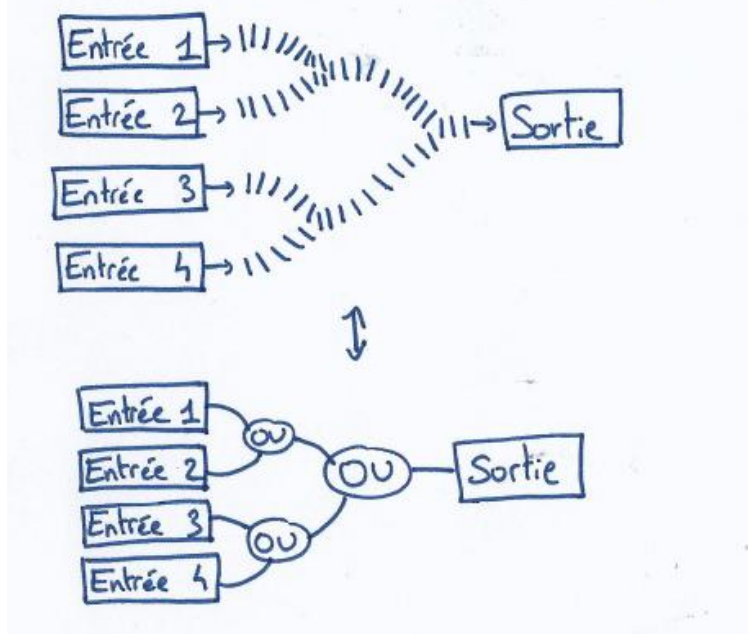


FIGURE 9 – Circuit du quadruple OU

<u>ET</u>		
Entrée 1	Entrée 2	Sortie
□	□	□
□	▬	□
▬	□	□
□	▬	▬

FIGURE 10 – Table de vérité de la porte ET

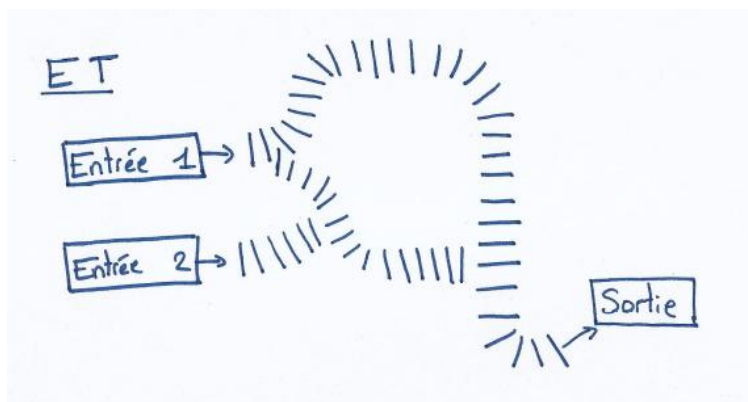


FIGURE 11 – Circuit de la porte ET