

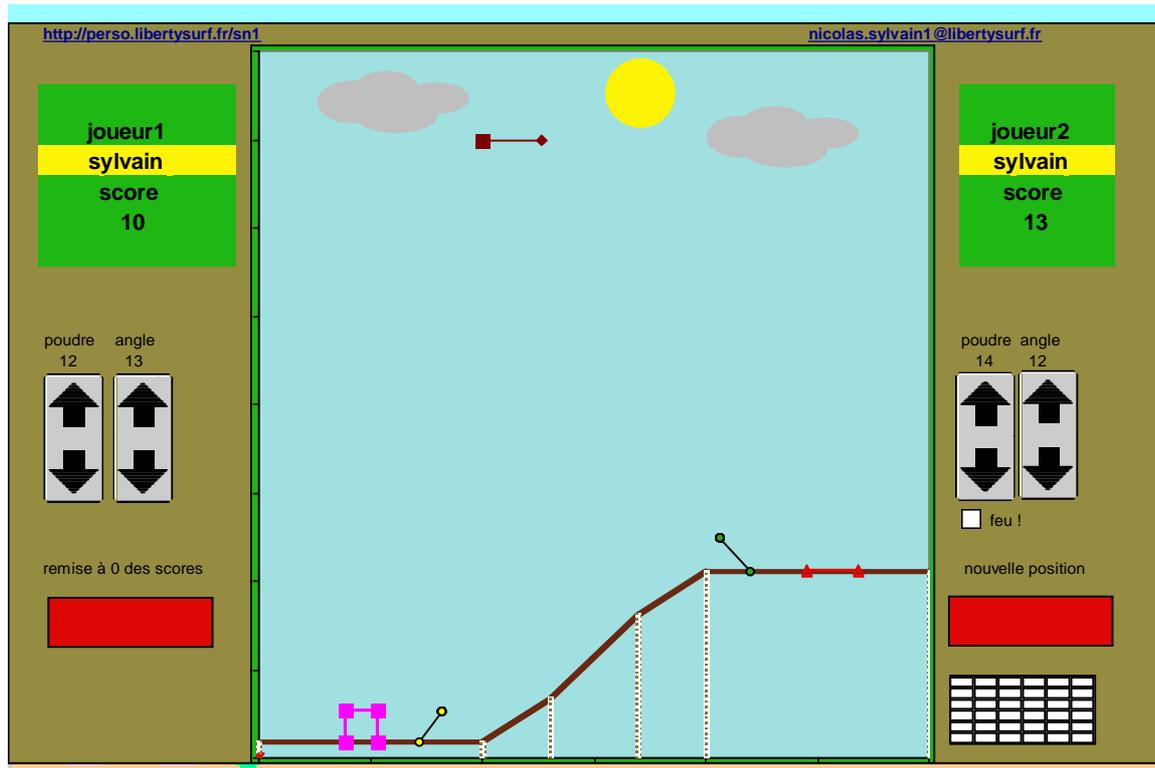
<p>application de la logique floue à un jeu</p>	
<p>le principe du jeu</p>	
<p>état initial</p>	
<p>état final</p>	
<p>détail du trajet</p>	
<p>la montée</p>	
<p>la descente</p>	
<p>temps de descente</p>	
<p>la translation</p>	
<p>réglages</p>	
<p>La logique floue</p>	
<p>les étapes</p>	
<p>logique floue dans excel</p>	
<p>calcul de la puissance à appliquer</p>	
<p>Conclusion</p>	



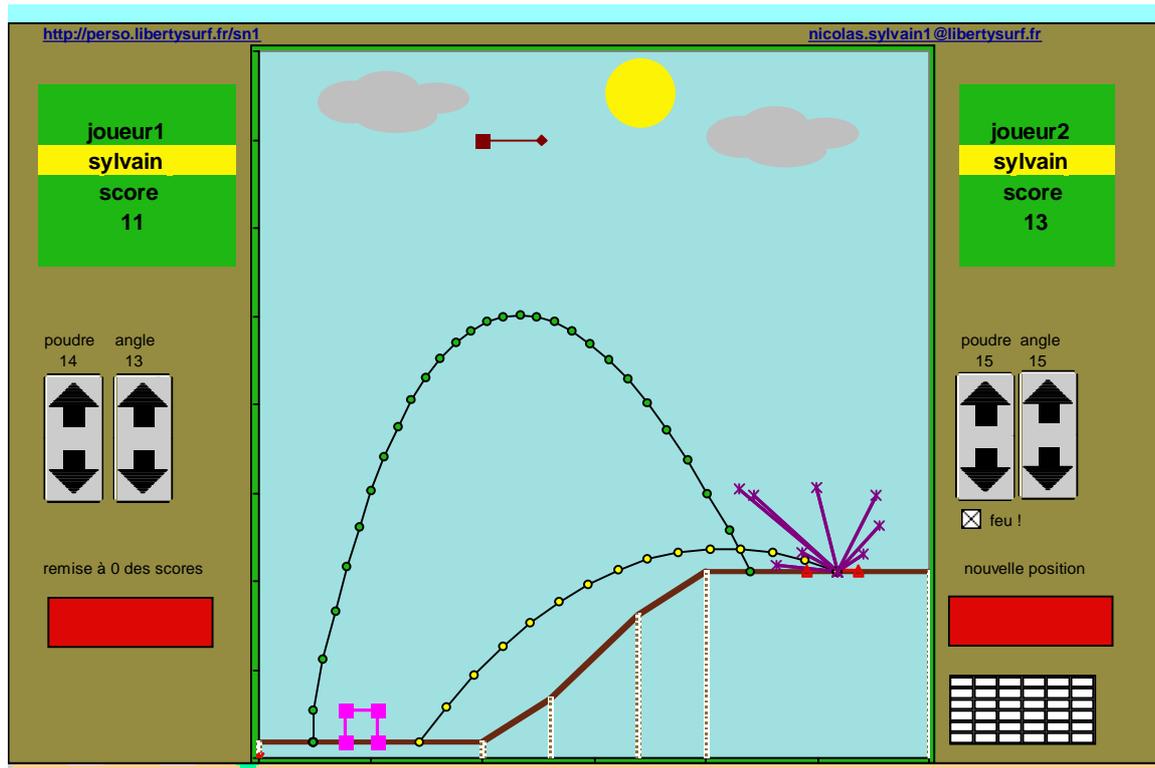
le principe du jeu

- vous êtes l'artilleur, ce jeu se joue soit à 2 soit contre l'ordinateur
 - pour atteindre votre but : le château adverse vous réglez votre canon en fonction des conditions extérieures :
 - distance du château adverse
 - hauteur du château adverse
 - sens et force du vent
 - ces réglages se font à l'aide des barres de défilement
 - l'angle est compris entre 0 et 20 chaque point vaut 4,5°
 - la quantité de poudre est aussi réglée entre 0 et 20 elle est matérialisée par la longueur du canon
 - quand on coche la case feu les trajectoires se matérialisent et si le but est atteint (boulet tombé entre les limites du château) on visualise un feu d'artifice.
 - en haut est matérialisé le vent
- le but des calculs que l'on va voir est de fournir un adversaire correct en cas de jeu contre l'ordinateur
 - à partir du fait que la vitesse initiale se décompose en une vitesse ascensionnelle et une vitesse horizontale on va voir que :
 - la vitesse ascensionnelle détermine la hauteur maximale atteinte
 - ceci va induire un temps de montée et un temps de descente
 - ce temps total permet de calculer une vitesse horizontale pour atteindre le but
 - ces deux vitesses peuvent être recomposées pour obtenir les réglages concernant la poudre et l'angle
 - une vitesse ascensionnelle choisie au hasard peut amener à des aberrations du style tir tendu contre la paroi
 - l'utilisation de la logique floue permet d'aider au choix d'une vitesse ascensionnelle.

état initial



état final



détail du trajet

- le trajet du boulet se décompose en 2 moments

- la montée, l'impulsion de départ donne une vitesse initiale de montée v_m au boulet
- à chaque étape cette vitesse diminue à cause de la gravité

$$d_0 = v_m$$

$$d_1 = v_m - g$$

$$d_i = v_m - i \times g$$

- temps de montée. la montée se termine à l'étape n quand la gravité compense la vitesse initiale

$$d_n = v_m - i \times g = 0$$

$$n = \frac{v_m}{g}$$

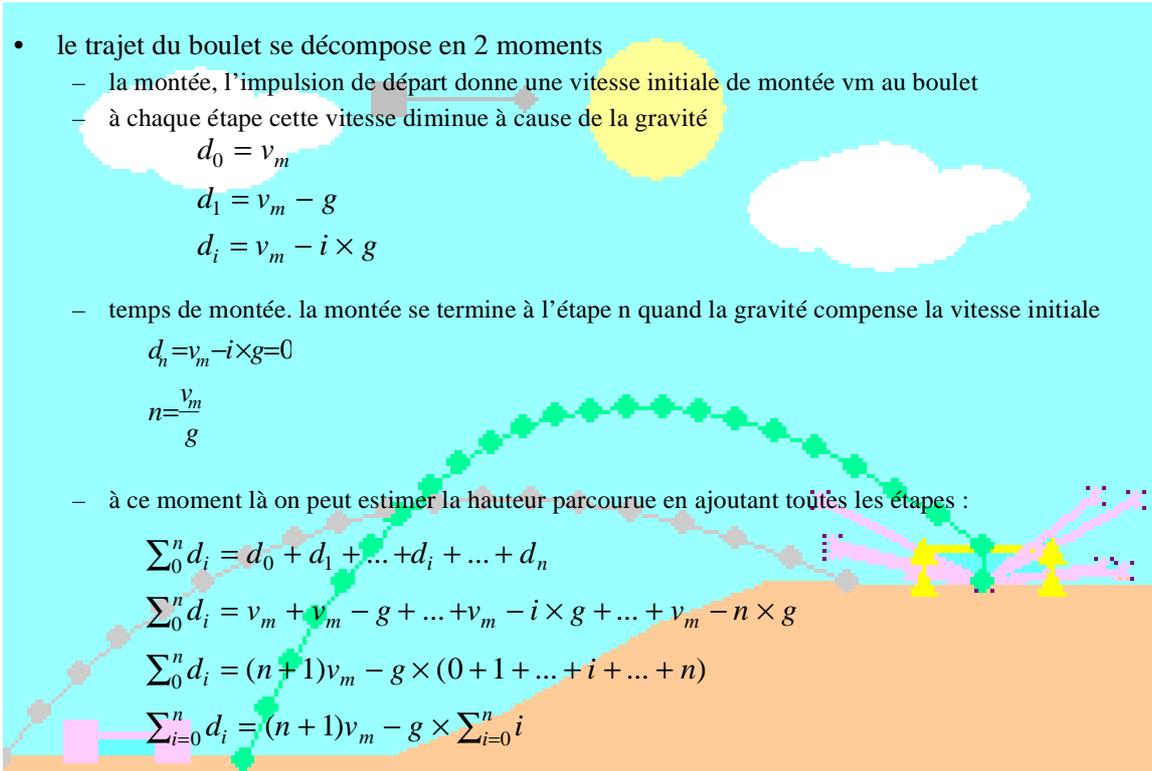
- à ce moment là on peut estimer la hauteur parcourue en ajoutant toutes les étapes :

$$\sum_0^n d_i = d_0 + d_1 + \dots + d_i + \dots + d_n$$

$$\sum_0^n d_i = v_m + v_m - g + \dots + v_m - i \times g + \dots + v_m - n \times g$$

$$\sum_0^n d_i = (n + 1)v_m - g \times (0 + 1 + \dots + i + \dots + n)$$

$$\sum_{i=0}^n d_i = (n + 1)v_m - g \times \sum_{i=0}^n i$$



la montée

• estimation de la hauteur totale

- on reconnaît une suite arithmétique

$$\sum_{i=0}^n i = 0 + 1 + \dots + i + \dots + n$$

$$\sum_{i=0}^n i = n + n - 1 + \dots + n - i + \dots + 0$$

$$2 \times \sum_{i=0}^n i = (n + 1) \times n \Leftrightarrow \sum_{i=0}^n i = \frac{(n + 1) \times n}{2}$$

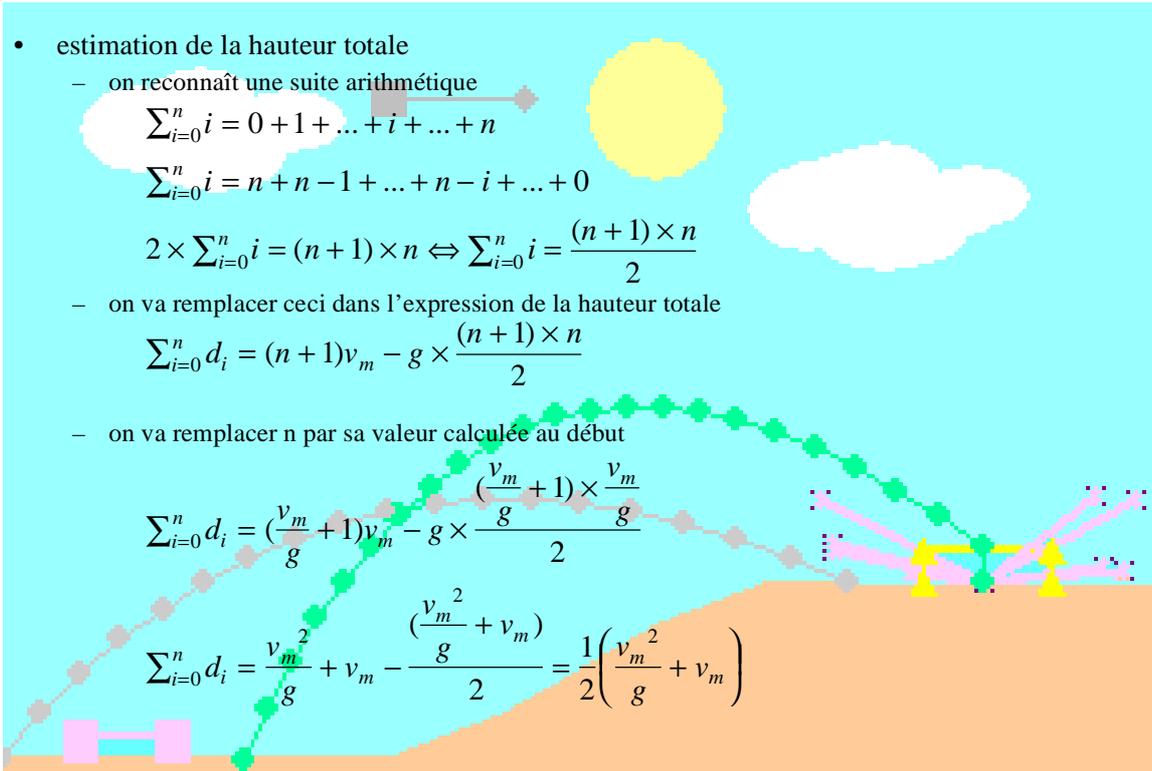
- on va remplacer ceci dans l'expression de la hauteur totale

$$\sum_{i=0}^n d_i = (n + 1)v_m - g \times \frac{(n + 1) \times n}{2}$$

- on va remplacer n par sa valeur calculée au début

$$\sum_{i=0}^n d_i = \left(\frac{v_m}{g} + 1\right)v_m - g \times \frac{\left(\frac{v_m}{g} + 1\right) \times \frac{v_m}{g}}{2}$$

$$\sum_{i=0}^n d_i = \frac{v_m^2}{g} + v_m - \frac{\left(\frac{v_m^2}{g} + v_m\right)}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{v_m^2}{g} + v_m \right)$$



la descente

- le calcul précédent a donné la distance de montée du projectile il va commencer à redescendre
 - son temps de descente va dépendre de trois facteurs
 - la hauteur de départ
 - la distance de montée
 - la hauteur d'arrivée
 - la distance à parcourir avant de toucher le sol $D = \text{départ} + \text{montée} - \text{arrivée}$
 - ce parcours est constitué comme précédemment d'étapes sauf que là la vitesse initiale est nulle

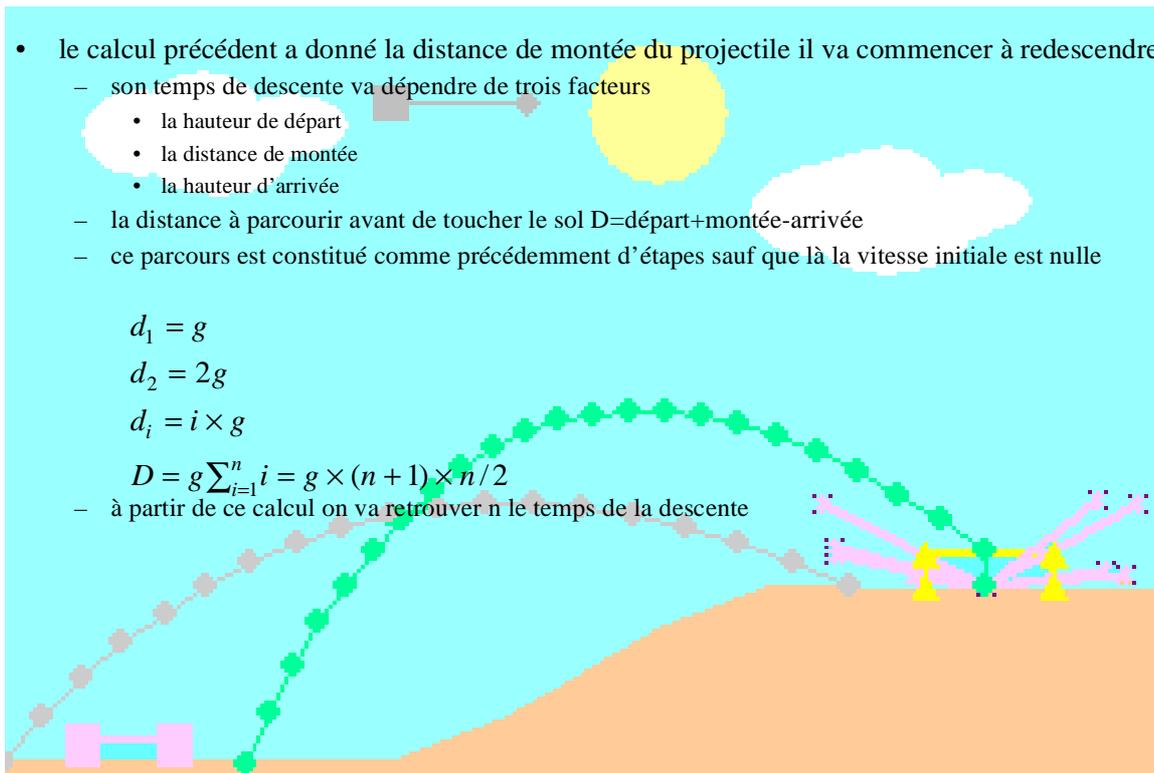
$$d_1 = g$$

$$d_2 = 2g$$

$$d_i = i \times g$$

$$D = g \sum_{i=1}^n i = g \times (n+1) \times n / 2$$

- à partir de ce calcul on va retrouver n le temps de la descente



temps de descente

- calcul du temps de descente

$$D = g \times (n + 1) \times n / 2$$

$$\frac{2D}{g} = (n + 1) \times n$$

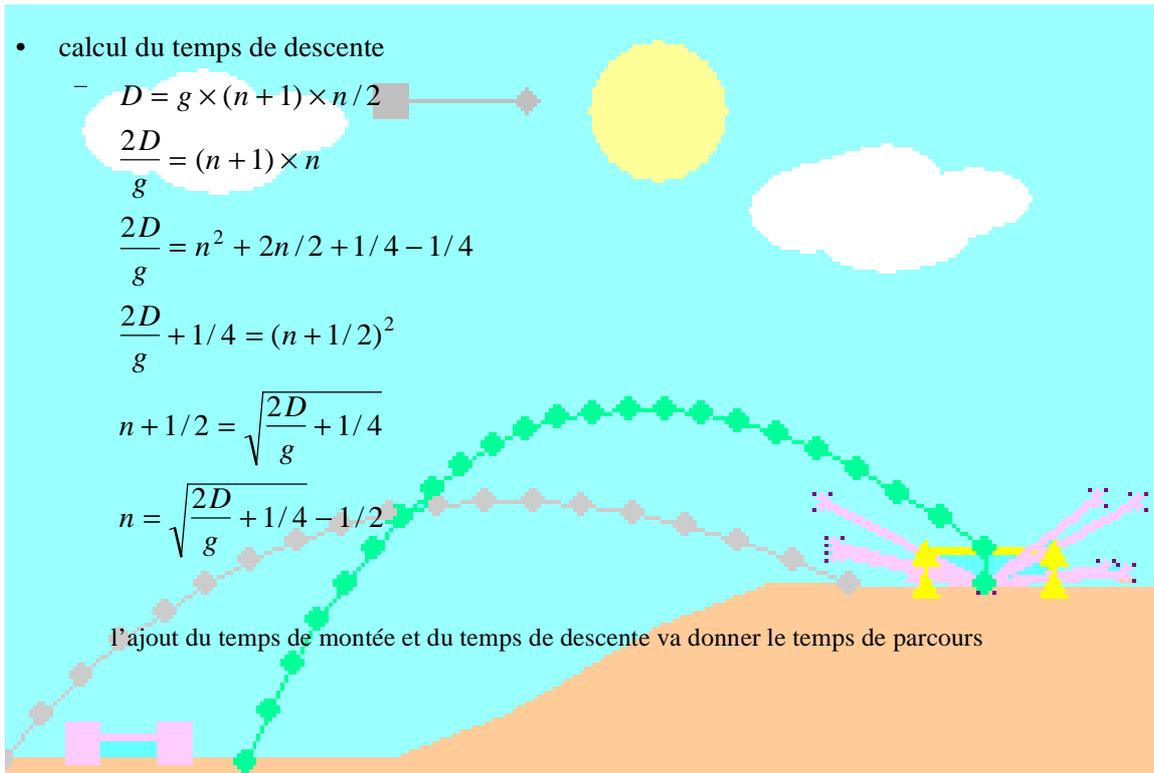
$$\frac{2D}{g} = n^2 + 2n/2 + 1/4 - 1/4$$

$$\frac{2D}{g} + 1/4 = (n + 1/2)^2$$

$$n + 1/2 = \sqrt{\frac{2D}{g} + 1/4}$$

$$n = \sqrt{\frac{2D}{g} + 1/4} - 1/2$$

l'ajout du temps de montée et du temps de descente va donner le temps de parcours



la translation

- le mouvement horizontal se calcule comme la montée
 - on va parcourir une distance avec une vitesse initiale donnée et non pas la gravitation mais le vent comme force appliquée au boulet
 - on peut donc reprendre l'équation suivante et l'adapter

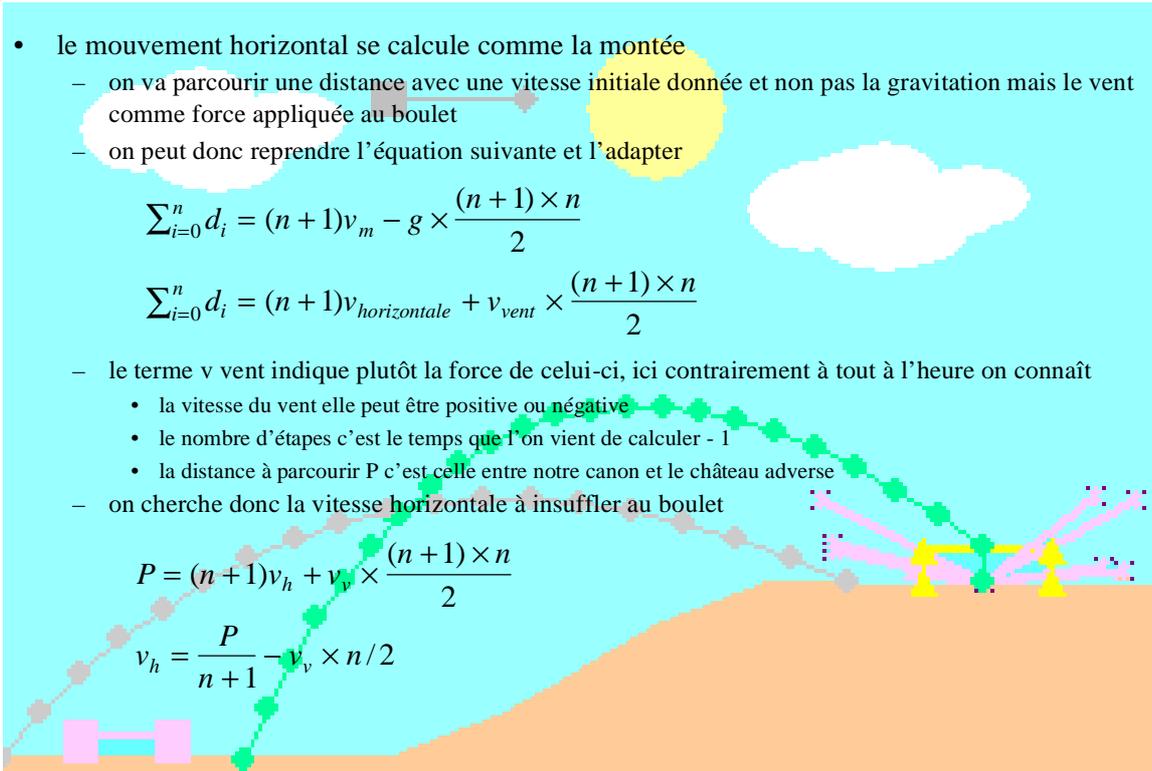
$$\sum_{i=0}^n d_i = (n+1)v_m - g \times \frac{(n+1) \times n}{2}$$

$$\sum_{i=0}^n d_i = (n+1)v_{horizontale} + v_{vent} \times \frac{(n+1) \times n}{2}$$

- le terme v_{vent} indique plutôt la force de celui-ci, ici contrairement à tout à l'heure on connaît
 - la vitesse du vent elle peut être positive ou négative
 - le nombre d'étapes c'est le temps que l'on vient de calculer - 1
 - la distance à parcourir P c'est celle entre notre canon et le château adverse
- on cherche donc la vitesse horizontale à insuffler au boulet

$$P = (n+1)v_h + v_v \times \frac{(n+1) \times n}{2}$$

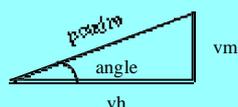
$$v_h = \frac{P}{n+1} - v_v \times n/2$$



réglages

- calcul des paramètres

- on vient de voir en fonction des différentes positions comment à partir d'une vitesse ascensionnelle choisie on calculait le temps de vol du boulet ce qui permet d'en déduire l'impulsion horizontale à lui donner
- on va traduire ça en réglage sous forme de quantité de poudre et d'angle du canon
- on a un triangle rectangle
 - d'après Pythagore $\text{poudre} = \text{racine}(\text{vh}^2 + \text{vm}^2)$
 - et $\text{angle} = \text{arctangente}(\text{vm}/\text{vh})$



- ceci donne donc les réglages en fonction d'une vitesse de montée quelconque.
- un bon artilleur ne doit pas choisir sa vitesse au hasard, il doit savoir si il pointe simplement s'il tire ou s'il plombe
- la prochaine étape va donc être le choix d'une vitesse de montée en fonction de l'environnement.
- pour cela l'approche choisie va être la logique floue

La logique floue

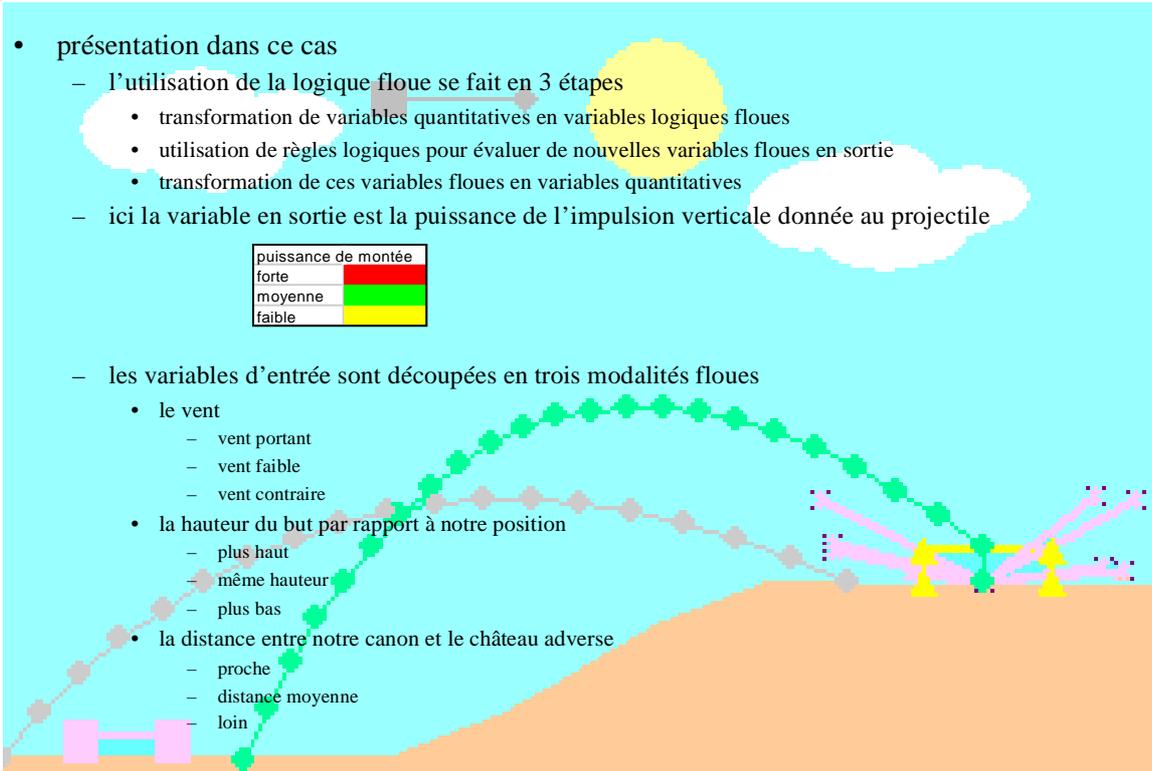
• présentation dans ce cas

- l'utilisation de la logique floue se fait en 3 étapes
 - transformation de variables quantitatives en variables logiques floues
 - utilisation de règles logiques pour évaluer de nouvelles variables floues en sortie
 - transformation de ces variables floues en variables quantitatives
- ici la variable en sortie est la puissance de l'impulsion verticale donnée au projectile

puissance de montée	
forte	rouge
moyenne	vert
faible	jaune

- les variables d'entrée sont découpées en trois modalités floues

- le vent
 - vent portant
 - vent faible
 - vent contraire
- la hauteur du but par rapport à notre position
 - plus haut
 - même hauteur
 - plus bas
- la distance entre notre canon et le château adverse
 - proche
 - distance moyenne
 - loin



les étapes

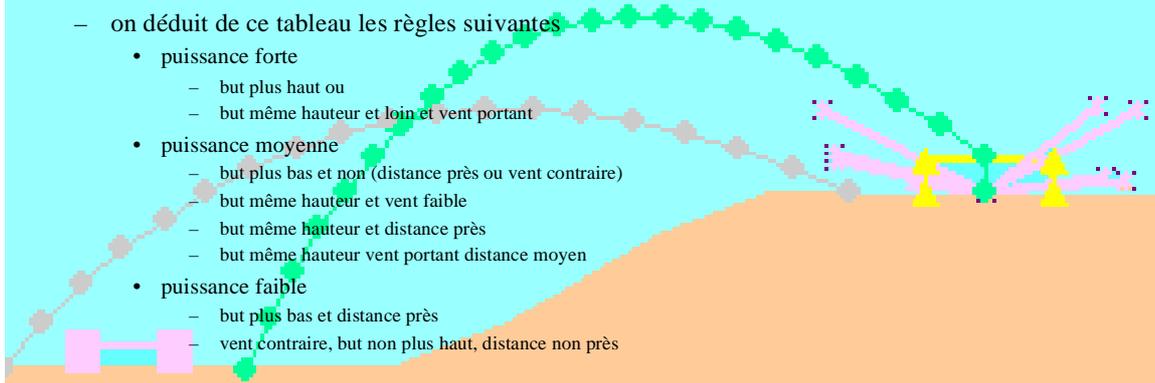
- rendre flou
 - la méthode utilisée est celle des trapèzes. les intervalles sont fixés deux fois plus élevés que nécessaire pour n'utiliser que les trois modalités centrales. Pour le détail des formules on peut se référer au classeur que j'ai créé ou aux commentaires sur la feuille
- établir la base de règles
 - pour cela j'ai édité le tableau suivant, il reprend toutes les combinaisons des variables floues et pour chaque cas indique par une couleur mon choix de réglage de la vitesse ascensionnelle.

puissance de montée	forte									
	moyenne									
	faible									

	hauteur	but plus haut			but même hauteur			but plus bas		
	distance	près	moyen	loin	près	moyen	loin	près	moyen	loin
vent	portant									
	faible									
	contraire									

- on déduit de ce tableau les règles suivantes

- puissance forte
 - but plus haut ou
 - but même hauteur et loin et vent portant
- puissance moyenne
 - but plus bas et non (distance près ou vent contraire)
 - but même hauteur et vent faible
 - but même hauteur et distance près
 - but même hauteur vent portant distance moyen
- puissance faible
 - but plus bas et distance près
 - vent contraire, but non plus haut, distance non près



logique floue dans excel

• transcription d'une règle dans excel

– voyons comment on va calculer la variable puissance forte (p_forte) qui correspond à ces deux possibilités

- cas 1 (bmhlfv)= but même hauteur et loin et vent portant
 - les variables à utiliser sont : niveau, loin, v_fort
 - bmhlfv = niveau et loin et v_fort
 - la règle comporte 3 variables dans mon tableau on marche par 2 on va donc décomposer
 - mhloin=niveau et loin
 - bmhlfv=mhloin et v_fort

- but plus haut
 - on utilise simplement la variable haut

• p_forte=haut ou bmhlfv

– ce tableau reprend ces 3 calculs

- détail de la première ligne : mhloin=niveau et loin
 - en vert récupération de la valeur de niveau, n indique que l'on utilise la valeur telle qu'elle
 - en bleu clair on récupère la valeur de loin sans lui appliquer d'opérateur
 - on applique l'opérateur et en case jaune
 - le résultat arrive en case violette, on ne lui applique aucune transformation et on le nome mhloin

variable	valeur	fontion	sortie	variable	valeur	fontion	sortie	opérateu	valeur	fontion	variable	sortie
puissance forte												
but même hauteur et loin et vent portant												
but plus haut												
niveau	66%	n	66%	loin	0%	n	0%	et	0%	n	mh_loin	0%
mh_loin	0%	n	0%	v_fort	22%	n	22%	et	0%	n	bmhlfv	0%
haut	0%	n	0%	bmhlfv	0%	n	0%	ou	0%	n	p_forte	0%

calcul de la puissance à appliquer

- quand toutes les modalités relatives à la variable **floue** puissance sont calculées il faut retranscrire ces données sous forme d'un nombre.
 - ici c'est un calcul de moyenne qui est effectué
 - la valeur du réglage correspondant à chaque modalité est inscrite dans la colonne valeur
 - ces valeurs sont multipliées par la probabilité de chaque modalité ce qui donne la colonne v*coef
 - la somme de cette colonne donne un total qui peut être modifié si la somme des probabilités n'est pas 100%
 - ce chiffre normalisé est en face de moyenne et c'est lui qui va servir de référence pour le lancement

				valeur	v*coef
p_forte	80%	n	80%	0,29	0,232
p_moyenne	0%	n	0%	0,19	0
p_faible	20%	n	20%	0,13	0,026
		total	100%	total	0,258
			moyenne		0,26

- l'ordre d'exécution des étapes est donc
 - transformation des variables de l'environnement en variables floues
 - calcul des modalités floues de la variable puissance
 - retrouver une valeur quantitative à partir de ces variables floues
 - calculer la vitesse horizontales correspondant à cette vitesse ascensionnelle
 - transformation de ces paramètres en quantité de poudre et angle

Conclusion

- utilisation de la logique floue dans un jeu
 - cet exemple montre que l'utilisation de la logique floue est abordable
 - l'utilisation d'excel est assez aisée pour cet usage quand on utilise mon tableau
 - j'ai fait une version plus complète de mon tableau que vous pouvez me demander
 - Je suis à votre disposition pour tout projet pour me contacter voir page d'accueil.
 - cette utilisation est basée uniquement sur des formules, il n'y a pas une ligne de macro pour faire les étapes de "rendre flou" à "calcul de l'angle et quantité de poudre"
- quand utiliser la logique floue ?
 - on voit ici les deux cotés de la logique floue
 - elle est facile à comprendre et à programmer, on formalise aisément une règle
 - ici cette mise en œuvre a été facile car j'ai moi même créé ma base de règles elle a été matérialisée par le tableau colorie
 - dans une application industrielle ou autre cette connaissance n'est pas toujours disponible
 - c'est le travail le plus intéressant et le plus long : formaliser les connaissances des experts
 - quand on ne peut pas formaliser ces connaissances générales mais que l'on dispose d'une liste d'exemples particuliers on s'orientera en général vers les réseaux de neurones.