



La stratégie du penalty

IVAR EKELAND

Lors du tir des penaltys, le tireur et le gardien de but utilisent, consciemment ou inconsciemment, des tactiques «économiques». Celles-ci, pour être imprévisibles, sont fondées sur le hasard.

Le penalty est le jeu le plus simple qui soit. Le tireur doit frapper la balle sans faire de feinte, au terme d'une course rectiligne, et le gardien ne doit pas quitter sa ligne de but avant que la balle ait été frappée. Comme celle-ci va à plus de 150 km/h, elle met moins de 2/10 de seconde pour franchir les 11 mètres qui la séparent du but, et le gardien n'a pas le temps de réagir à la direction qu'elle prend. De son point de vue, le jeu consiste à deviner avant la frappe de quel côté la balle va partir et à s'élancer dans cette direction dès que le tireur touche la balle. S'il part du mauvais côté, le penalty est marqué, sauf si le tir sort du cadre ; s'il part du bon côté, il a une chance d'arrêter le tir.

Les enjeux sont importants : la dernière Coupe de France a été remportée sur penalty. Lors de la dernière Coupe d'Europe des Nations, c'est sur penalty que se sont décidées l'élimination des Pays-Bas face à l'Italie et la qualification de la France face au Portugal.

Aussi, lors d'un penalty, le tireur et le gardien font attention à ce qu'ils font. Ce sont des professionnels, c'est un des actes les plus importants de leur métier. Ils s'y entraînent plusieurs fois par semaine, et ils connaissent parfaitement bien les qualités et les défauts de leur adversaire, soit qu'ils l'aient déjà eu en face d'eux dans des circonstances semblables, soit qu'ils l'aient étudié avec leur entraîneur sur des enregistrements vidéo. Bref, le penalty est un jeu simple, joué par des professionnels pour des enjeux importants. Peut-on l'analyser du point de vue théorique ?

Il existe une théorie des jeux, capable de modéliser mathématiquement ce genre de situation. On lui fait le même reproche qu'à la théorie économique, c'est-à-dire de supposer que les joueurs sont de purs mathématiciens, infiniment calculateurs et parfaitement rationnels, bref de représenter un *homo œconomicus* qui serait une espèce distincte (et peut-être plus sympathique) que l'*homo sapiens* qui a envahi notre planète.

Jouons le jeu, regardons d'abord ce que font nos mathématiciens, et, après, nous les comparerons à Zidane et à Barthez.

Nos footballeurs idéaux ont des qualités personnelles : certains tirent mieux, ou arrêtent mieux, que les autres. Ils sont aussi dissymétriques : 85 % des tireurs sont droitiers et 15 % gauchers. D'ailleurs, plutôt que du côté droit ou du côté gauche, il vaut mieux mentionner le côté naturel du tireur, celui vers lequel il est le plus efficace. Le tireur a donc le choix entre son côté naturel (pour un droitier, le côté gauche), le côté opposé, et tout simplement le centre, sous la barre transversale. De même, le gardien a le choix entre le côté naturel du tireur (qu'il connaît), le côté opposé, ou rester sur place. Toutes les combinaisons de choix sont possibles et aboutissent à des probabilités de marquer différentes (qui sont propres au couple tireur/gardien considéré). Ainsi, si le tireur sait que le gardien va sauter à droite, il a toujours intérêt à tirer à gauche, même si le côté droit est son côté naturel ; en d'autres termes, l'avantage de la surprise est toujours plus important que la puissance du tir.

Que dit alors la théorie ? Elle dit que le jeu possède un équilibre en «stratégies mixtes». Traduit en bon français, cela signifie que le gardien et le tireur vont l'un et l'autre calculer des probabilités, p_n , p_o et p_c pour le gardien, q_n , q_o et q_c pour le tireur, et qu'ils vont tirer au sort, chacun de son côté, en arrivant sur le terrain : le gardien choisira le côté naturel du tireur avec la probabilité p_n , le côté opposé avec la probabilité p_o , et le centre avec la probabilité p_c . De même pour le tireur, en remplaçant les p par des q .

Il peut être étonnant, à première vue, que des personnages supposés infiniment intelligents et calculateurs s'en remettent au sort pour décider ce qu'ils vont faire, tel un vulgaire dieu qui jouerait aux dés, mais un instant de réflexion montre que c'est ce qu'ils ont de mieux à faire, car toute décision plus précise serait autodestructrice : si, par exemple, le tireur disposait d'un raisonnement ou d'un algorithme infallible qui lui dise qu'à coup sûr, compte tenu de tous les paramètres du problème, aujourd'hui c'est du côté naturel qu'il faut tirer, le gardien, par hypothèse tout aussi intelligent et cal-

culateur que le tireur, et en possession des mêmes informations, reproduirait ce raisonnement ou cet algorithme et sauterait de ce côté-là le moment venu, réduisant donc à néant l'efficacité de la prédiction.

Pour trancher cette circularité, il faut que, jusqu'au dernier moment, le tireur ne sache pas de quel côté il va shooter, ce que l'on exprime mathématiquement en disant qu'il tire au sort. En revanche, il peut parfaitement calculer les probabilités qui donneront en moyenne le meilleur résultat ; le gardien pourra reproduire son calcul, et donc connaître ces probabilités, mais cela ne lui permettra pas de décider de manière certaine du côté où la balle va partir aujourd'hui. Le calcul des probabilités a été fait par P. A. Chiapori, professeur d'économie à l'Université de Chicago, et S. Levitt, et ils ont montré que $p_c < q_c$ et $p_n > q_n$.

Ainsi, un tireur parfaitement rationnel choisira le centre plus souvent que le gardien, et un gardien parfaitement rationnel choisira le côté naturel plus souvent que le tireur. Remarquons que cette conclusion est vérifiable : il suffit de voir tous les penaltys tirés dans les championnats français (1997-1999) et italien (1997-2000) de première division, soit 459 penaltys tirés par 162 tireurs contre 88 gardiens. L'expérience confirme toutes les prédictions théoriques ! Pourquoi ? Aurait-on enfin localisé l'*homo œconomicus* dans les buts de l'équipe de France ? Barthez nous cacherait-il ses talents de mathématicien ?

Pas nécessairement. Il y a d'autres possibilités. La première, c'est qu'il est tombé dans la marmite quand il était petit, que les bonnes probabilités sont inscrites dans son code génétique, et que c'est justement pour cela que c'est un bon gardien. La deuxième, c'est qu'il ne calcule pas, mais qu'il est capable d'apprendre : c'est l'expérience qui lui a enseigné les bonnes probabilités, et qui fait que ce sont celles-là qu'il pratique. Bref, selon une formule que j'emprunte ici à mon ami J.M. Lasry, on fait une théorie pour des gens superintelligents, et elle marche très bien avec des gens ordinaires.