



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa



Université Abderrahmane Mira de Bejaia
Faculté des Sciences Humaines et Sociales
Département Des Sciences et Techniques des Activités Physiques Et
Sportives (STAPS)

Niveau : Master 1

Module : Approche cognitive et écologique de l'enseignement

Filière : Activité Physique et Sportive Educative

Spécialité : Activité Physique et Sportive Scolaire

Semestre : 4

Cours N° : 12

Intitulé du cours : Théorie des systèmes dynamiques

Responsable du module : Dr. Idir Abdennour

Email : abdenmouridir@yahoo.fr

Année universitaire 2019/2020

Intérêt du cours

Notre intérêt est de présenter le plus clairement possible les fondements de la théorie des systèmes dynamiques, son apport à comprendre et à expliquer l'apprentissage et le contrôle moteur, et d'envisager en quoi cette approche peut rendre compte des situations réelles d'enseignement ou d'entraînement. Les implications notamment pratiques de cette perspective dite émergente, en matière de conception des matières d'enseignement/apprentissage ?

Compétences visées

- Identifier les principaux processus cognitifs qui interviennent au cours de l'exécution d'une action motrice.
- Comprendre et expliquer la dualité entre l'esprit cognitif et le corps moteur et leur rôle dans l'apprentissage et l'acquisition des nouvelles habilités motrices.

Introduction :

L'enseignement de l'EPS a connu ces dernières années des avancées remarquables. Des contenus de plus en plus orientés et ciblés, des moyens pédagogiques formidablement rénovés, des méthodes d'enseignements suscitent l'esprit critique et la pensée réflexive des sujets apprenants, des moyens technologiques à la disposition des enseignants, etc. ...

La théorie des systèmes dynamiques suppose que le comportement des systèmes converge vers des états qui tendent à présenter une certaine stabilité dans le temps. Par ailleurs, un système dynamique (le match) est par définition ouvert, soumis à des influences extérieures et sa dynamique est dépendante des fluctuations inhérentes au fonctionnement des sous-systèmes (équipes, partenaires, adversaires...). Il est bien évident que ce type de conception doit avoir des conséquences sur l'entraînement (en proposant des situations dynamiques ou la pression temporelle est majeure) mais plus encore sur l'enseignement des sport collectifs à l'école.

La théorie dynamique adopte un point de vue plus radical, postulant que le comportement d'un système complexe émerge d'un réseau de contraintes, liées soit à la tâche, soit à l'organisme, soit à l'environnement (Newell, 1986). Il faut comprendre par contrainte tout facteur susceptible de limiter les degrés de liberté du système, c'est-à-dire ses possibilités d'action. Le rôle des contraintes liées à l'organisme est aisé à illustrer.

1. Fondements de la théorie des systèmes dynamiques

L'approche dynamique considère les assemblages multi segmentaires ou multi articulaires comme le produit émergent des interactions entre les éléments du système, des couplages et des flux d'énergie qui traversent le système sensorimoteur ou, en d'autres termes, comme le produit de l'auto organisation et non de prescriptions générées par des programmes moteurs. Il s'agit d'une autre façon, plus économique pour le système sensorimoteur, de résoudre le fameux problème des degrés de liberté posé initialement par Bernstein (1967). Cette approche puise ses concepts et ses outils dans l'analyse des phénomènes « collectifs » observés dans les systèmes complexes (fluides, ensembles de neurones, foules humaines ou colonies



animales, etc.), pour lesquels des formes stables et identifiables, apparaissent et disparaissent spontanément sous l'effet des contraintes qui s'exercent sur le système sans nécessité de recours à des systèmes de mémoire ou des programmes stockés dans le système de mémoire ou programmes stockés dans le système.

Les dynamiciens pensent qu'il existe effectivement des lois communes aux systèmes naturels et aux systèmes biologiques et que ces lois sont celles issues des théories physiques qui concernent les systèmes complexes éloignés de leur état d'équilibre (thermodynamique des structures dissipatives. homocinétique. Synergétique, mécanique statistique...). Bien qu'elles diffèrent dans le détail, ces théories reposent sur plusieurs éléments communs principaux :

- Les systèmes biologiques composés d'un grand nombre de sous-systèmes possèdent des capacités d'auto-organisation qui leur permettent de créer de l'ordre (des invariants) sans recours à un contrôleur prescriptif intelligent ;

- Les produits de l'auto-organisation sont des états stables, vers lesquels le système tend spontanément sans apprentissage préalable en fonction de la nature des contraintes qu'il subit ;

- Les états attracteurs sont les états les moins coûteux pour le système ; • Les états attracteurs peuvent être décrits à partir d'un petit nombre de variables macroscopiques (souvent une seule) appelées variables essentielles ou paramètre d'ordre du système considéré ; c'est la dynamique (les changements) de la variable essentielle qui définit la dynamique du système ;

- Lorsque le système est contraint de façon non spécifique (augmentation de la vitesse de déplacement, de la fréquence du geste, de la force à produire...), il tend à renforcer la stabilité de ses attracteurs ou au contraire à diminuer cette stabilité ou encore à changer d'état.

Un système dynamique peut être défini comme un ensemble d'éléments en interaction présentant un comportement collectif émergent, déterminé par des propriétés d'auto organisation issues du nombre important d'échanges d'informations en son sein. Le comportement d'un système dynamique émerge de la nature oscillatoire des phénomènes sous-jacents (McGarry & Franks, 2007).

2. Étapes de l'apprentissage selon l'approche des systèmes dynamiques

L'approche dynamique considère les assemblages multisegmentaires ou multiarticulaires comme le produit émergent des interactions entre les éléments du système, des couplages et des flux d'énergie qui traversent le système sensorimoteur ou, en d'autres termes, comme le produit de l'autoorganisation et non de prescriptions générées par des programmes moteurs.

Selon Bernstien (1967), dans une activité complexe, le système présente davantage de degrés de liberté qu'il n'en est nécessaire pour réaliser la tâche.

L'apprentissage est le processus par lequel l'individu parvient peu à peu à maîtriser ses degrés de liberté, c'est-à-dire à les transformer en un système plus simple.

Bernstien (1967) a proposé une description du processus d'apprentissage en 3 étapes :

- **Contrôle de degré de liberté** : cette étape est caractérisée par un ensemble d'actions ;
- ✓ Fixation articulaire d'une partie du corps



- ✓ Couplage temporel entre deux ou plusieurs DDI (en mobilisant en phase deux articulations)
- ✓ Perlière réponse à la tâche avec stratégie conservatoire minimisant les mobilisations articulaires (ex : tennis/ guitare/ ski/ signature avec main non dominante)
- **Exploration des degrés de libertés :**
- ✓ Libération graduelle du contrôle rigide des DDL
- ✓ Intégration progressive dans des structures coordinatives (ex : doigts-poignet)
- ✓ Structure coordinative : assemblage temporaire de synergies musculaires destiné à réduire les ddl contrôlés par le sujet, par des mécanismes de compensation
- **Exploitation des degrés de libertés :**
- ✓ L'organisation devient plus économique
- ✓ Recherche de l'efficacité
- ✓ Stimulateur de ski : avec l'apprentissage les sujets convergent vers une fréquence commune.
- ✓ Limités du principe « gel -dégel des ddl » pour les comportements dans lesquels les mobilisations articulaires sont complexes et de grande amplitude

Dans le même esprit, Bernstien (1967) et Temprado (2005) parlent de 3 étapes qui caractérisent l'acquisition d'une nouvelle coordination :

- a. Le sujet gèle un certain nombre de ses ddl. Fixation d'une partie de son corps et couplage entre deux ou plusieurs DDL.
- b. Libération graduelle du contrôle rigide des ddl et leur incorporation dans des structures coordinatives.
- c. L'organisation devienne plus économique, notamment par une utilisation des forces passives de l'environnement vers l'efficacité du geste.

3. Interactions spatio-temporelles

L'approche dynamique permet l'étude des relations spatio-temporelles entre les composants du système, et sa pertinence se situe notamment à ce niveau d'analyse. L'approche dynamique du contrôle moteur (e.g., Delignières, 2006) avait par exemple permis de traiter spécifiquement des modifications cinématiques du mouvement, et d'appréhender l'apprentissage au niveau spatio-temporel de la coordination, et non au niveau perceptif et décisionnel comme cela se faisait majoritairement.

4. Système de contraintes et Auto-organisation

Selon le concept fondamental d'auto-organisation sur lequel se base la théorie dynamique du contrôle moteur (Haken, 1977, 1983), le contrôle n'est pas centralisé par une instance supérieure, il est distribué entre les différents éléments constitutifs du système. L'influence réciproque entre ces éléments amène l'émergence d'une forme particulière de mouvement, d'un patron de coordination spécifique.

Dans ce cadre, les conditions dans lesquelles les mouvements sont exprimés sont essentielles pour expliquer le mode de coordination adopté. Ces conditions peuvent être vues comme des contraintes qui limitent les mouvements possibles dans la situation considérée. Ces contraintes de



nature diverse (environnementale, biomécanique, métabolique, intentionnelle), jouent un rôle déterminant sur la réduction des degrés de liberté du système moteur. Newell (1986), distingue trois catégories générales de contraintes : l'action : l'organisme, l'environnement et la tâche (Figure suivante.).

5. Principes méthodologiques et pédagogiques de l'apprentissage :

Délignière (2004) a mis en place un ensemble de principes qui expliquent la coordination, voilà l'essentiel :

- **Dynamique**

Par la dynamique, le comportement des systèmes dynamiques évolue dans le temps.

- **Paramètres d'ordre**

On parle beaucoup plus en termes de coordination en phase et en coordination en antiphase.

- **Attracteur**

On le qualifie de coordination spontanée.

C'est un ensemble ou un espace vers lequel un système évolue de façon irréversible en l'absence de perturbations.

Dans le domaine des sciences du sport, il renvoie à la coordination que le sujet réalise préférentiellement dans une tâche donnée.

Un système tend à adopter, sous l'influence des contraintes qui le constituent et/ou qui pèsent sur lui, un certain type de comportement, que l'on peut qualifier de naturel, spontané ou préférentiel. C'est à ces coordinations préférentielles que l'on donne le nom d'attracteur. La principale caractéristique de l'attracteur est la stabilité du comportement correspondant. C'est-à-dire que d'un essai à l'autre, ou d'un cycle à l'autre dans le cas d'une tâche cyclique, le comportement tend à reproduire ses caractéristiques essentielles.

- **Paramètres de contrôle** : on l'appelle également paramètre de tâche.

On appelle paramètre de contrôle tout facteur non spécifique (c'est-à-dire ne définissant pas directement le paramètre d'ordre), susceptible lorsqu'il évolue au-delà d'une valeur critique de modifier le paysage des attracteurs.

Il joue le rôle de contrainte. Il favorise la mise en place de la coordination recherchée non la spécifiée.

Dans l'exemple que nous avons donné précédemment sur lancer de javelot, nous avons vu que l'augmentation de la vitesse constitue un paramètre de contrôle qui va faire en sorte que la coordination va évoluer d'une coordination spontanée vers une coordination plus élaborée (experte)

6. Champs de pertinence :

Une conséquence pédagogique et méthodologique de des fondements théoriques de la théorie des systèmes dynamiques est qu'il est important de connaître l'ensemble de la dynamique intrinsèque avant et au cours de la pratique, afin de comprendre l'évolution et les conséquences du processus d'apprentissage.

7. Apprendre consiste à ce qui suit :



- ✓ Identifier les états préférentiels stables (par les variables essentielles), afin de savoir ce qu'il faut déstabiliser et modifier pour passer à un autre état plus opérationnel
- ✓ Identifier les variables de contrôle qui permettent de faire passer l'élève d'un état à un autre. (vitesse pour la roue)
- ✓ L'enseignant est invité à utiliser des consignes clés.
- ✓ Un aménagement matériel du milieu.
- ✓ Jouer sur certains paramètres à savoir le rythme, la vitesse... pour déstructurer d'une certaine manière la coordination spontanée et amener les apprenants à adopter une coordination plus experte.

Conclusion

L'approche dynamique dans son ensemble, émerge dans plissures domaines, notamment en EPS et en Sport en général. Cette approche met l'accent sur l'importance du répertoire initial du sujet au moment de l'apprentissage. Connaître suffisamment les caractéristiques des apprenants, permettra de leur proposer des situations et activités susceptibles de transformer leurs modes de travail. Cette approche met l'accent également sur la notion de contraintes. Cette dernière représentée essentiellement par les caractéristiques des individus, de leurs motivations, de leurs états énergétiques, bien évidemment de l'environnement, etc.

Questions de réflexion :

- **Quelles sont les différentes étapes de l'apprentissage selon la théorie des systèmes dynamiques ?**
- **Apprendre selon la théorie des systèmes dynamiques consiste à quoi ?**
- **L'approche dynamique met l'accent sur le répertoire initial du sujet apprenant au moment de l'apprentissage. Expliquez ?**

Références

Delignières, D. (2004). L'approche dynamique du comportement moteur. In J. La Rue & H. Ripoll (Eds), Manuel de Psychologie du Sport, tome 1 (pp. 65-80). Paris : Editions Revue EPS

Elise Faugloire. Approche dynamique de l'apprentissage de coordinations posturales. Sciences de l'Homme et Société. Université Paris Sud - Paris XI, 2005. Français. tel-00128845

Gréhaigne, J-F. (2009). Autour du temps : apprentissages, espaces, projets dans les sports collectifs. Presses Univ. Franche-Comté, 2009.

<https://slideplayer.fr/slide/521278/>

Mcgarry, T. & franks, I. M. (2007). System approach to games vand competitive playing: Reply to Lebed (2006). European Journal of Sport Science, 7(1), 47-53.



