

# UN EXEMPLE DE NAVIGATION SYSTEMIQUE

## BALADE EN VTT

Le Vélo Tout Terrain (VTT)

The Mountain Bike



Pierre F. GONOD 2000

## Balade systémique en VTT

Le projet EST a pour base la compréhension systémique de la technologie et son application à la pédagogie de l'éducation technologique.

L'exemple suivant montre, à travers un artefact de grand diffusion, les fondements et l'utilisation de l'analyse.

La base conceptuelle du décryptage de la technologie a été expliquée précédemment dans le chapitre "Épistémologie de la technologie : les fondamentaux" consacré aux "*matières à penser*". En simplifiant elle peut être résumée par trois concepts clés: la **systémique** comme outil de la modélisation, l'**interdisciplinarité** comme exigence, et la **complexité** comme phénomène. Ces trois concepts étant interdépendants.

L'hypothèse générale d'organisation des connaissances est celle du pré-projet de l'Encyclopédie Systémique de la Technologie. Elle est concrétisée, dans l'exemple du VTT par la **figure** suivante de "*la navigation électronique*"<sup>1</sup>

Dans le cadre de la problématique de l'EST, on identifie le niveau de **la fonction d'usage** correspondant à l'artefact considéré (ici le VTT). C'est le module originel de la "navigation systémique et électronique". On trouvera en fichier attaché des "éléments d'un arbre anthropologique" à partir des verbes d'action ([PDF](#)).

L'artefact appartient à une famille d'objets et à une lignée technologique, ou à une combinaison finalisée de celles-ci.

Un module est relatif à la **génétique de l'objet** à travers l'histoire sociale de la bicyclette.

Un autre concerne les **3 complexités** : fonctionnelle (*c'est fait pour...*), structurelle (*c'est fait de ...*), de fabrication (*c'est fait comment...*).

À la complexité structurelle se déclinent les modules des "lois scientifiques", des "principes physiques et disciplines " impliquées dans l'artefact

La complexité de fabrication donne lieu à différents modules : celui des procédés de fabrication, du design, de l'heuristique de l'innovation, de la R&D, de la veille et de la prospective technologique.

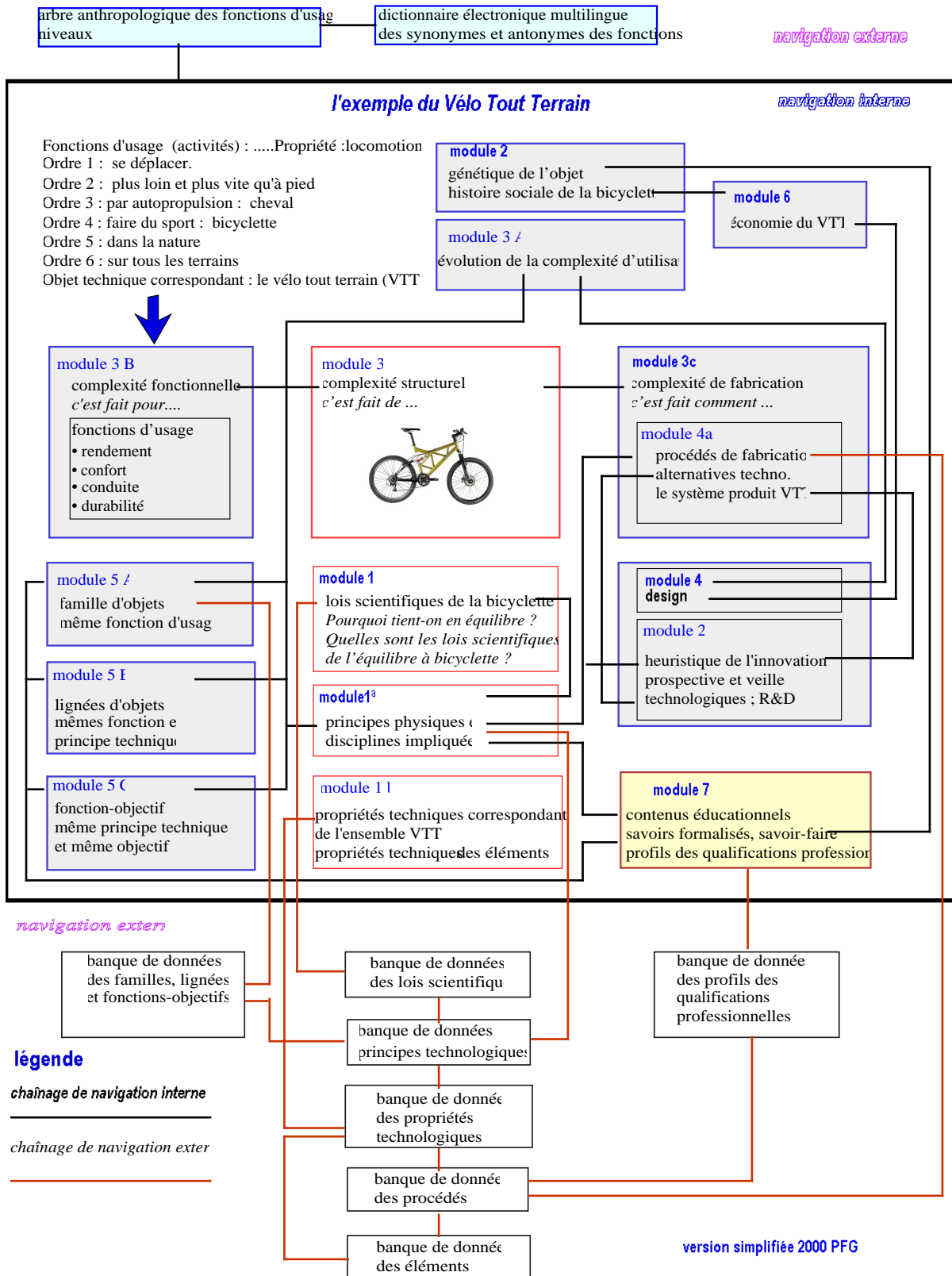
Ces modules sont articulés par des liens systémiques qui sont décrits plus loin.

La navigation systémique relie la navigation "interne" propre aux caractéristiques de l'artefact considéré à la navigation "externe" qui puise dans les modules de la technologie générale. Les matériaux de la navigation interne alimentant par ailleurs, la constitution des éléments de la technologie générale, comme on le verra en examinant les processus constitutifs de l'EST.

Les "sorties" de l'analyse systémique forment les "entrées" des contenus éducationnels. Ceux-ci sont ensuite traités pour former un enseignement systémique.

Telle est l'essence du projet de l'EST concernant les relations technologie-éducation.

.



# 1 La "systémique" du VTT

**Les modules précédents requierent quelques commentaires :**

**1 Les lois scientifiques** explicatives de l'équilibre et de la locomotion du vélo, en général.

Il est étrange, mais c'est un fait, que l'on allait en bicyclette alors que les lois de l'équilibre qui le permettaient étaient inconnues. Ce n'est que récemment que celles-ci ont pu être établies et, ensuite, appliquées, tandis que la mesure de l'énergie humaine déployée et de l'ergonomie du vélo se développaient.

Ce cas où une activité précède son explication n'est pas unique. On sait que de nombreuses pratique techniques empiriques précédaient leur explication.

*“Ainsi les premiers moteurs à explosion ont fonctionné sans l'aide de la thermodynamique. Les premiers avions ont volé sans celle de l'aérodynamique. La science de la radio-électricité est née après les premières émissions de télégraphie sans fil, et l'électro-acoustique après les enregistrements des sons. Les premières matières plastiques ne devaient rien aux théories de la synthèse chimique”.*

**1 b Les propriétés techniques** correspondantes de l'ensemble VTT et des éléments composants.

L'ensemble VTT est constitué de nombreux composants, environ un millier de pièces. Parmi celles-ci se trouvent des “éléments”. Il en va ainsi de la roue, de la chaîne, de la manivelle, du palier, de l'engrenage, du roulement à billes, du ressort, de la valve, de la pompe à air, éléments qui entrent dans la composition d'objets techniques répandus à des millions, voire des milliards d'exemplaires, à ce que les anglo-saxons appellent “key devices” parmi lesquels on trouve aussi, par exemple, le laser, le transistor, le micro-processeur. Le VTT est donc porteur d'une quantité d'éléments importants de l'histoire technique de la société qui intègrent de nombreux principes physiques et impliquent le recours à nombre de disciplines (module 1a de la figure 1). Il est l'aboutissement provisoire d'une longue histoire technologique.

**2 La génétique de l'objet** “l'histoire sociale de la bicyclette” et le phénomène social récent du VTT.

Le VTT s'inscrit dans l'histoire sociale de la bicyclette. A l'origine cette dernière était un engin de sport de l'aristocratie anglaise, et qui s'apparentait à l'équitation. Des formes initiales de vélos montrent cette filiation. L'histoire du vélo est aussi celle de sa démocratisation. La diffusion de masse du vélo tout terrain dans certains pays, les USA et la France particulièrement, est un phénomène sociologique nouveau qui révèle de nouveaux besoins de la société. La décision d'inclure le VTT dans les disciplines olympiques aux prochains jeux d'Atlanta en 1996 témoigne de cette évolution.

**2a L'heuristique de l'innovation**, un exemple d'innovation par le mécanisme intellectuel de l'inversion.

Comme toute innovation, le VTT est la rencontre d'un besoin et d'une disponibilité technologique, la fusion de la reconnaissance de la demande et de la technique praticable. Mais pour que la technique devienne praticable, il fallait une idée nouvelle qui permette d'utiliser le vélo dans d'autres conditions tout terrain. Cette idée est celle de l'inversion de la taille des plateaux avant et arrière, le plus grand, à l'avant sur le vélo, étant mis à l'arrière du VTT et le plus petit transféré d'arrière à l'avant. Le procédé intellectuel pratiqué est celui de l'inversion.

### **3 La complexité structurelle.** *C'est fait de....*

Le VTT est constitué de sous-systèmes: cadre de suspension, locomotion, direction, freinage. Le VTT ne peut fonctionner efficacement que si ces sous-ensembles sont cohérents entre eux. Mais les sous-ensembles sont indépendants. Ils ne sont pas entre eux dans des relations où l'élément ne peut fonctionner que s'il existe un milieu associé. Cette constatation ramène à la thèse de Simondon évoquée dans le chapitre sur le Laser:

*“Les objets techniques, selon leur niveau, possèdent ou non un milieu associé. Les éléments techniques se distinguent des véritables individus en ce sens qu'ils ne possèdent pas de milieu associé. Par contre "il y a individu technique lorsque le milieu associé existe comme condition sine qua non de son fonctionnement. Dans le cas contraire il y a ensemble. “*

Le VTT est bien un ensemble, mais il n'a pas le même niveau de “concrétisation” que celui du laser. C'est dire qu'il présente sans doute des marges d'évolution encore considérables pour devenir un véritable individu technique. Cette remarque incidente des différences entre individus et ensembles technique peut avoir une portée plus générale et être une piste de réflexion pour les concepteurs et les innovateurs des objets.

#### **3a La complexité fonctionnelle.** *C'est fait pour....*La concrétisation des exigences des fonctions d'usage dans la structure de l'objet.

Les fonctions d'usage que doit remplir le VTT concernent les catégories du rendement, du confort, de la conduite, de la durabilité. La figure 1 “Exemple de navigation électronique: le cas du ”vélo Tout Terrain”, dans le module 3a comptabilise 24 fonctions d'usage qui se répartissent dans ces catégories. C'est à ces contraintes que devra répondre le produit. Il s'ensuit qu'il y a de fortes interrelations entre complexité fonctionnelle, complexité structurelle, complexité d'utilisation et complexité de fabrication.

#### **3b L'évolution de la complexité d'utilisation**

La complexité d'utilisation a des interfaces. Elle est la résultante d'une dialectique complication-simplification-complexification du produit. Les objets se compliquent par l'augmentation du nombre de leurs éléments. Puis leur fonctionnement est simplifié pour les utilisateurs. Les éléments sont réduits mais ils incorporent davantage de fonctions. En ce sens ils se complexifient. Les nouvelles utilisations conduisent à une lignée d'objets dérivés les uns des autres (module 5a). Et à leur tour ces nouveaux objets sont chargés de contraintes techniques à respecter, d'où des modifications de la complexité fonctionnelle, et de nouvelles boucles en spirales de relations.

Le VTT doit allier la robustesse et la simplicité d'utilisation de ces vélos tout terrain avant la lettre qu'étaient les vélos utilisés par les Vietcongs pour le transport au cours de la guerre du Vietnam, avec les hautes performances de rendement, de confort, de sécurité nécessaires pour le mountain-bike ou le city-bike. Le salon de la moto et du vélo de septembre 93 montre une nouvelle évolution: l'apparition du Vélo Tout Chemin (VTC), revenant à la vocation première du VTT qui a dérivé en engin de compétition.

#### **3c La mesure de la complexité de fabrication,** l'application à l'objet de la méthode d'analyse de la complexité technologique (ACT) mise au point pour l'industrie électro-mécanique.

Comme il a été indiqué il s'agit d'un corps méthodologique nouveau. Le VTT dérive de la bicyclette classique, mais il a transféré des techniques provenant d'autres objets techniques, par exemple les systèmes de suspension hydraulique des motos, et il a du incorporer dans ses organes, cadre, freins, pneumatiques, les exigences requises par des conditions extrêmement dures d'utilisation. Les modalités de la fabrication en découlent. Ces modalités définissent des niveaux de complexité de fabrication, mais aussi le partage de la complexité entre les assembleurs du produit et les fabricants de composants

(il y a un millier de pièces dans un VTT) qui sont de niveaux de complexité technique différents. Il s'ensuit une configuration changeante du partage de la valeur ajoutée.

L'analyse ACT débouche ainsi sur un regard nouveau sur l'économie du VTT (module 6), et sur la découverte du tissu industriel du VTT (module 4a, le système du produit VTT). Identifiant les contenus technologiques elle permet aussi d'établir la correspondance entre les contenus éducationnels et les profils des qualifications professionnelles nécessaires.

La méthode, utilisée sur le plan international, rend possible pour les pays en développement l'identification des biens d'équipement qu'ils pourraient produire avec l'infrastructure existante des moyens de production, réciproquement quelles modifications ils devraient apporter à cette dernière pour produire des biens d'équipement d'un niveau technologique plus élevé, et enfin, quelle évolution des niveaux et de contenus de la formation professionnelle doit s'ensuivre. Il apparaît ainsi que la fabrication du VTT est accessible à de nombreux pays en développement, mais que certains composants de niveau technologique plus élevés doivent être importés.

#### **4 Le design de l'objet**

Le VTT, produit aujourd'hui entré dans la catégorie de la consommation de masse, est redevable de procédés modernes de conception et de fabrication. La conception assistée par ordinateur (CAO) fusionne avec la fabrication assistée par ordinateur (FAO), pour donner naissance à un nouveau concept intégrant design, marketing et fabrication, la CFAO.

**4a les procédés de fabrication**, les alternatives technologiques, le produit vélo considéré comme système dans le tissu industriel.

Les procédés de fabrication ont des alternatives. La combinatoire industrielle va jouer des choix des matières premières, des composants, des services technologiques de tiers.

A un premier niveau d'analyse du système ces trois catégories s'ouvrent en 7 blocs: 1 les matières premières; pour les composants, 2 les composants standards, 3 la sous-traitance, les pièces avec le know how du constructeur, 4 les composants mis au point entre le fabricant et le producteur de composants, avec des know how croisés, 5 les composants mis au point par le fabricant de composants et avec prédominance de son know how; pour les services technologiques aux tiers, 6 la fourniture de produits demi-finis, 7 la fourniture d'équipements auxiliaires de production et d'autres services technologiques. Les activités du constructeur peuvent se scinder en 2 autres blocs: A, les activités principales et les sections de production correspondantes qui caractérisent la structure de l'unité de production; B l'élaboration de pièces principales qui caractérise la partie du produit final manufacturée par l'unité de production, sans le concours de tiers.

A ce stade de l'analyse les relations entre acteurs du système apparaissent, et leur intensité peut être appréciée. Une configuration des relations des activités de production se dessine, et à l'intérieur de celle-ci, diverses stratégies d'intégration sont envisageables aussi bien pour l'évolution du secteur de production dans son ensemble, que pour des politiques spécifiques d'entreprises. Une autre utilisation, prospective cette fois, pourrait être l'identification des blocs susceptibles d'être révolutionnés par des changements technologiques.

Au second niveau les 9 blocs sont ouverts à un degré plus fin. Le bloc A contient alors 12 items, le bloc B 26, les blocs 1, 2, 3, 4, 5, 6, et 7, respectivement 8, 8, 4, 3, 9, 7, 8 constituants du VTT. L'analyse peut alors être enrichie à un niveau plus opérationnel.

**5a Les "lignées d'objets"**, suivant l'ordre des fonctions d'usage.

La figure 1 "Exemple de navigation électronique: le cas du "vélo Tout Terrain" résume une typologie des fonctions d'usage selon des "ordres". Ainsi à "l'ordre 1" correspond la fonction "se déplacer, à "l'ordre 2" s'ajoute à se déplacer "plus loin et plus vite qu'à pied", à "l'ordre 3" se complète les

fonctions précédentes par l'indication "par autopropulsion", "l'ordre 4" introduit un but "pour faire du sport", "l'ordre 5" précise "dans la nature", et "l'ordre 6" énonce "sur tous les terrains".

Les moyens de transport correspondant aux trois premiers ordres comprennent le cheval et la bicyclette, si l'on exclue l'utilisation du cheval comme instrument pour faire du sport, à partir de l'ordre quatre on ne trouve plus que les différentes bicyclettes propulsées par l'énergie humaine, et à l'ordre cinq quand cette pratique se fait dans la nature. Mais seul le VTT répond à la définition de l'ordre six, la pratique dans la nature "sur tous les terrains".

On rappellera que les "lignées technologiques" sont définies comme un sous-ensemble où les objets ont le même principe technologique et les mêmes fonctions d'usage.

A l'ordre 4 on trouverait, par conséquent le tandem, le tricycle, le taxi ou le tricycle professionnel, la bicyclette ergonometrique fixe, le skate, la bicyclette à voile (plage) et la bicyclette volante à propulsion humaine. Cette dernière serait de la même "lignée technologique" que le VTT si son aire d'évolution n'était pas limitée à survoler à basse altitude les seuls terrains plats, telle la surface de la mer.

L'ordre 6 est spécifique du VTT et la "lignée" ne comprend que ses différents types: vélo de campagne, vélo de montagne, vélo urbain, trial, tandem.

Les ordres de plus en plus précis des fonctions d'usage réduisent le nombre des objets des "lignées technologiques".

**5b la "famille d'objets"** correspondant à la fonction d'ordre du VTT.

On rappellera que les "familles technologiques" sont, elles, définies comme l'ensemble où les objets ont la même fonction d'usage mais des principes technologiques différents.

A l'ordre 1 des fonctions d'usage on trouve tous les moyens de transport. Mais si l'on saute à l'ordre 6, ne subsistent plus avec le VTT que le véhicule 4x4 et la moto-cross, qui permettent de se déplacer sur tous les terrains, mais qui ont des principes techniques et des sources d'énergie différents.

## **6 L'économie du VTT**

Le marché du vélo existe actuellement dans toutes les sociétés et il ne dépend pas du niveau du coefficient PIB/habitant. Le marché du vélo existe dans des pays à revenus modestes, comme 200 USD/hab. par an, et il existe dans les sociétés industrialisées avancées qui ont dépassé les 20.000 USD/hab. Ce qui change, évidemment, c'est l'utilisation, uniquement transport dans le premier cas, et toutes les utilisations, dans le deuxième.

Les valeurs maxima pourront changer et augmenter quand on introduira de nouveaux matériaux ultralégers et plus de sophistication dans la cinématique de transmission.

La structure de production est différente, selon qu'il s'agisse de pays industriellement avancés, PIA, de pays sous-développés, PSD, ou en voie de développement, PVD. La structure montrée dans l'analyse de la complexité technologique (ACT) faite au Brésil est très proche à celle des PIA. On peut envisager des changements à moyen terme dans les PIA par l'introduction de nouveaux principes physiques de transmission. Par contre, cette structure pourrait se maintenir longtemps encore dans les PSD et PVA.

Ce qu'on peut prévoir sur le plan mondial c'est la bataille commerciale et technique dans le secteurs des composants, comme par ex. changements de vitesse, freins, dynamo, selles, pédales, pneus et autres.

Concernant les brevets la bicyclette est loin d'avoir épuisé ses possibilités de développement. Ainsi nouveaux principes de transmission du mouvement et, peut être, de nouvelles positions pour les points de force sont envisageables, la bielle-manivelle n'est probablement pas la solution définitive

Les transferts de technologie sont pratiquement négligeables pour le vélo comme objet final. Il n'en est pas de même pour la fabrication de composants, particulièrement les plus nobles. Mais cela est valable uniquement pour les marchés dont le mixte de fabrication tous vélos est de l'ordre d'au moins 1 ou 2 millions de vélos par an.

## 7 Les contenus éducationnels et les profils professionnels, reliés ici à l'analyse de la complexité technologique.

Les contenus éducationnels et les profils professionnels résultants correspondent, en moyenne, au niveau technologique 3 sur l'échelle de complexité de 1 à 7 établie pour l'industrie électro-mécanique. La fabrication des vélos, en général, et du VTT, est donc possible dans nombre de pays en développement. Elle requiert cependant un noyau de techniciens moyens, et dans des conditions compétitives, une capacité de marketing.

### Le VTT comme innovation sociologique

Le Vélo Tout Terrain (VTT) est une **innovation** qui a pris naissance aux USA sous le nom de "Mountain bike".

Comme beaucoup d'innovations elle relève du modèle classique de la fusion en un seul concept de la reconnaissance de la demande et de celle de la technique praticable<sup>2</sup>

**La reconnaissance de la demande** signifie l'identification de besoins nouveaux dans l'histoire de la bicyclette. A la fin du siècle émergent de nouvelles valeurs dans la société. La santé est le primat, et le sport en est un des moyens. Mais il s'agit aussi de l'aspiration à la liberté de circuler et de nouveaux rapports rapprochant l'homme et la nature. Un vélo susceptible de rouler dans tous les terrains répondait à cette attente. De plus, instrument de liberté individuelle, il était compatible et convivial avec son utilisation en famille et en groupe.

**La reconnaissance de la technique praticable** est la condition permissive à la création de l'objet. Il existe des techniques du vélo qui sont bien connues. Mais il faut créer un engin qui réponde à d'autres spécifications, plus sévères, que le vélo ordinaire. Une innovation est la modification des rapports entre les plateaux avant et arrière afin de raccourcir les développements de la roue motrice. Mais il faudra aussi une série d'innovations incrémentales concernant le freinage, la suspension, et divers organes, pour permettre l'utilisation sur tout terrain dans des conditions de sécurité et de confort.

De nouveaux usages naissent. Les vélos de randonnée apparaissent, et, comme dans d'autres sports, la compétition s'empare de cette nouvelle discipline, déviant de la philosophie première de l'objet. Le tout terrain provoque même des réactions écologiques contre les dégradations causées par l'usage intempestif du VTT. Celui-ci est canalisé dans les sentiers et cela conduit à la fabrication du vélo tout chemin (VTC).

**De nouvelles exigences techniques** découlent des nouvelles fonctions à assurer. Les complexités structurelle sont en correspondance avec les complexités fonctionnelles et d'utilisation. Les complexités de fabrication à l'ensemble.

Ainsi les 300 pièces constitutives d'un VTT dans leur agencement structurel obéissent à des principes techniques et à des lois scientifiques. Il y a une "science du vélo"<sup>3</sup> Elle concerne les lois de l'équilibre, de la locomotion, du freinage, la physiologie du cycliste. Au total on peut identifier 25 principes physiques, lois scientifiques et disciplines impliqués au niveau des trois sous-systèmes de l'ossature, de la direction et de la locomotion de l'artefact. Ces principes et lois se retrouvent dans quantité d'objets qui n'ont aucun rapport apparent.

Les nouveaux usages et les nouvelles exigences techniques créent un **marché de masse** auquel répond une **production de masse**.

A partir du VTT originel, appelé aujourd'hui "ville-campagne", une **différenciation** se produit. D'autres types de VTT sont apparus : "rando-sportif", "X country", "free ride", "descente", "trial" "tout suspendu"...Chacun de ces types a un comportement adapté à son usage. Les exigences d'utilisation de confort, de motricité, de rendement, de rigidité, de stabilité, de maniabilité, de réglage, d'entretien, de poids du cadre, doivent avoir des rapports de correspondance avec les principes technologiques qui les régissent. Les produits associent dans des proportions diverses ces

caractéristiques. En fonction de ses diverses utilisations il y a différenciation du produit. Les caractéristiques de celles-ci sont décrites dans **l'annexe 1**.

La concurrence incite à mettre en œuvre des programmes de R&D qui portent sur les composants et leur combinaison dans le système du VTT. Une politique de marque répond aux besoins et désirs de la clientèle. Ce nouveau marché intéresse désormais en Europe et aux États-Unis la plupart des grandes firmes automobiles qui fabriquent sous leur nom. Un **système de production du VTT émerge**, initialement en prolongement de l'industrie du vélo. Il fait l'objet **de transferts technologiques** venant de la moto, voire de l'automobile de compétition formule F1. Le VTT devient, par ses matériaux et la Recherche et Développement qui lui est consacrée, un produit de technologie avancée.

Produit nouveau, il a une **sociologie** et une **histoire** particulière. Cette histoire suit cependant la même ligne de développement de l'histoire de la bicyclette qui a été caractérisée par l'optimisation du rendement humain. Le rendement de l'effort étant le meilleur parmi les artefacts comparables.

A partir de là on peut identifier la "**lignée d'objets**" et la "**famille d'objets**" de la bicyclette. Une "lignée" est définie par l'existence de la même fonction d'usage et du même principe technologique pour les objets techniques. Une "famille" se caractérise par la même fonction d'usage mais des principes technologiques différents<sup>4</sup>. Cet aperçu sur la classification des objets peut être complété par l'identification d'autres artefacts utilisant l'énergie humaine et par ceux utilisant d'autres sources d'énergie.

Le VTT conduit rétrospectivement à l'histoire de la bicyclette et à sa place dans l'histoire des transports. La fonction d'usage du VTT, comme celle de la bicyclette est : ordre 1, de se déplacer, ordre 2, plus loin et plus vite qu'à pied, ordre 3, par autoproulsion, ordre 4 pour faire du sport, mais s'y ajoutent des ordres spécifiques, ordre 5, faire du sport dans la nature, et ordre 6, sur tous les terrains. Toutes les activités humaines, fonctions d'usage, ordres et techniques connexes, peuvent être positionnées dans un **arbre anthropologique**.

A ce stade on a retracé les principaux liens systémiques du VTT dans un ensemble social. La technologie y est considérée comme une création de la société, un système ouvert, à interfaces "physique" et "social", où existent des **lois physiques de composition interne** et un **édifice technique structuré**.

La **figure 1** "*Liens systémiques du Vélo Tout Terrain*" résume cette conception. Elle servira de guide pour la construction de liens avec la pédagogie. **(PDF)**

## **2 Parcours pédagogique**

La "systémique" du VTT conduit à des "sorties" qui sont autant d' "entrées" pédagogiques.

Une maquette a été établie pour positionner la reliance avec d'autres disciplines.

Les **entrées pédagogiques interdisciplinaires (EPI)** qui apparaissent sont, grossièrement, de deux niveaux.

Le premier est celui des rapports de proximité, par exemple la "physique du vélo" et les lois scientifiques et principes technologiques qui ressortent de la discipline de la physique. C'est la "navigation interne".

Le second signifie que les rapports sont moins spécifiques de l'objet considéré, ils concernent des reliesances avec les connaissances de la *technologie générale*. Il faut donc organiser celle-ci.

## 2.1 La navigation "interne"

A partir de cette représentation il est possible de procéder à une navigation interne et "d'ouvrir" la pédagogie à diverses disciplines ou à des éléments de celles-ci.

Par exemple l'innovation du VTT soulève une interrogation sur les **mécanismes de l'innovation**, et, au-delà, sur la **créativité**. Celle-ci est redevable de l'imagination et de processus mentaux tels que l'analogie, la bisociation, l'inversion, etc...

Il y a un lien entre celle-ci et les contraintes physiques et économiques du produit et son **design**, et celui-ci doit tenir compte d'autres données, l'esthétique, la psychologie des objets...  
*Les complexités structurelle et fonctionnelle recouvrent les composants, les éléments techniques, leur combinatoire. Ceci conduit à traiter de leur physique, des principes et des lois qui les conditionnent. C'est là un "noyau dur" de l'ouverture interdisciplinaire.*

**L'analyse des modules systémiques du VTT** conduit aux **lois scientifiques et principes techniques impliqués**. Vingt cinq lois et principes sont identifiés. Ils font l'objet de **l'annexe 2**

**La structure du VTT** apparaît constituée de **trois sous-systèmes mécaniques** : la direction, la locomotion, le support. Pour chacun de ces 3 sous-systèmes et de leurs composants ont été indiqués les lois scientifiques et principes techniques correspondants. Voir **annexe 3**

En s'inspirant de l'hypothèse générale de l'organisation des modules d'une Encyclopédie Systémique de la Technologie, un croisement a été fait avec les fonctions spécifiques requises aux exigences du VTT. Ces fonctions sont : le design, l'adaptation au tout terrain du vélo, l'adaptation pour la route, la fatigabilité cardiaque, l'absorption des chocs, la réduction des vibrations, la modification du guidon, les divers ajustements, le confort de la selle, la flexibilité de la fourche, la qualité du freinage, la distance d'arrêt, l'inclinaison maximum de la pente, la précision du changement de vitesse, la précision de la conduite, la durabilité, les tests des roues, du cadre, de la fourche, des pédales, de la peinture...

Chacune de ces fonctions a été considérée du point de vue de son contenu technique et du design relationné. Ainsi, l'ensemble reflète bien la structure de l'objet, c'est-à-dire le complexe de ses composants et de leur fonctionnement, en bref son organisation. Cette dernière n'est pas le fruit du hasard mais d'une rationalité basée sur des lois et des principes techniques.

**La "science du vélo"** recouvre aussi la physiologie du cycliste et introduit à des éléments sur la **physiologie humaine**. Le croisement de la physique et de la physiologie humaine ouvre la voie vers la considération de **l'énergie** dans la société, l'environnement et les pollutions.

**L'économie du VTT** se caractérise maintenant par un marché de masse et l'émergence d'un **système de fabrication** du VTT dérivé de l'industrie du vélo, à une division du travail entre sous-traitants, à la différenciation des produits et à la notion de masse critique du volume de production.

**La complexité de fabrication** touche à la combinatoire des composants, au choix des matériaux selon leurs propriétés et les spécifications requises, aux échelles de complexité de la mise en œuvre des techniques de production. Voir **en annexe 4** l'analyse de la complexité technologique de la fabrication du VTT

Pour opérer la reliance entre ces contenus interdisciplinaires, un **modèle**, jouant le rôle d'une d'hypothèse organisatrice des contenus pédagogiques a été élaboré.

Partant de ce modèle un essai, **"Activités d'éducation technologique relationnées au VTT"** a été fait pour organiser le contenu pédagogique à partir de l'analyse des modules systémiques du VTT. Il concerne la "physique" du VTT et suit l'ordre et le découpage habituel des âges scolaires en Grande-Bretagne. La structure de l'éducation technologique proposée à

partir de l'exemple du VTT est résumée dans la figure "Structure of Technological education". Voir **annexe 5**.

La **figure 2** "Ouvertures pédagogiques de niveau 1 à partir du cas du VTT" est une représentation simplifiée de la navigation interne. Elle concerne les **EPI 1 (PDF)**

Il ne s'agit jusqu'alors que d'une identification des ouvertures vers des savoirs et des disciplines. Un pas supplémentaire est la *mise en relation* de ces derniers.

Par exemple il y a des relations entre les mécanismes de l'innovation et ceux du **transfert technologique**. Le transfert dit "horizontal" est un procès selon lequel la technique est appliquée dans une autre direction. Le transfert technologique est ainsi l'instrument de l'interdisciplinarité de l'objet technique, qui, par nature, est intégrateur.

La **psychologie des objets** est liée à la sociologie du vélo et aux lignées et familles d'objets. La sociologie du vélo, sa philosophie de base dans les relations homme-nature et la médiation de l'objet, suscitent une méditation sur l'environnement et ses pollutions que le VTT évite.

Les **matériaux** utilisés répondent à des exigences physiques et économiques. Ils ont été conçus initialement pour d'autres utilisations. La Recherche et Développement spécifique au VTT oriente la sélection des matériaux et leur adaptation aux contraintes du produit. Ces contraintes sont plus exigeantes pour les vélos de compétition.

La **figure 3** "Enseignement interdisciplinaire de la technologie (niveau 1) à partir de l'exemple du VTT" esquisse quelques interdépendances qui complètent la figure précédente. Elle concerne toujours les **EPI 1. (PDF)**

## 2.2 La navigation "externe"

La "navigation externe" consiste à faire la reliance entre les savoirs et disciplines spécifiques identifiés à partir de l'analyse systémique du VTT et les connaissances de la technologie générale.

La technologie générale est le projet au cœur même de l'Encyclopédie Systémique de la Technologie. Malgré l'énorme accumulation de savoirs techniques et de publications, la technologie générale reste à constituer. Elle n'est pas possible sans modélisations successives. Elle requiert aussi une organisation en réseau. Les décryptages de ses composants contribuant à alimenter en informations des modules ou bases de données communes, qui, à leur tour, serviraient pour des analyses spécifiques. Il s'agit donc de créer et mettre en marche un **processus d'information croissante**.

On peut résumer les **principaux modules** de la technologie générale à constituer comme *ressources* à l'éducation technologique.

- La ressource sur les principes techniques et les lois scientifiques ;
- La ressource d'information sur les éléments techniques ;
- La ressource d'information sur les matériaux ;
- La ressource d'information sur les propriétés technologiques ;
- La ressource d'information sur les procédés techniques ;
- La taxinomie des artefacts et objets techniques

La classification des artefacts devrait intégrer divers paramètres :

1. leur position par rapport aux activités humaines
2. leurs niveaux de complexité structurelle
3. les niveaux systémiques des objets

4. les rapports entre les savoirs et les savoir faire intégrés
5. les saturations technologiques des objets et leurs perspectives d'évolution

- La typologie des systèmes de production industrielle

Cette typologie devrait considérer :

- les processus continus et discontinus ;
  - les articulations de la fabrication, du marketing et de la recherche selon les industries
  - les rapports de correspondance avec le management des entreprises ;
  - le niveau de la R&D ;
  - les transferts de technologie entre secteurs ;
  - les distances entre les sciences et les technologies selon les secteurs ;
  - les fusions de champ (exemple la mécatronique).
- L'identification des technologies génériques ;
  - La ressource de données sur les sociétés et les techniques dont une des composantes serait : l'histoire des rendements humains.

Ces propositions nécessitent quelques commentaires.

L'ensemble serait une première pierre dans l'édifice de la technologie générale. Bien des composants existent, mais la plupart du temps les données ne sont pas structurées, organisées. D'autres sont inexistantes et devraient être créés. Leur absence résulte du fait que, n'entrant pas généralement dans le champ conceptuel de la technologie, ils n'ont pas fait l'objet de recherches. Le projet EST est ainsi une contribution à la définition d'une **thématique de recherches et d'études**.

Ainsi, par exemple, il n'existe pas un inventaire des "**éléments**" considérés comme les vecteurs de la technologie<sup>1</sup>. Ces "éléments", qui correspondent à la notion anglo-saxonne de "key devices" se retrouvent en millions, voire en milliards d'exemplaires. Ainsi dans le VTT les éléments technologiques sont, par exemple, les roues, la chaîne, les roulements à billes, les boulons, les écrous, les vis, les rivets, les rondelles, les ressorts, les câbles, les engrenages, les pignons, la pompe à air, etc...

Autre exemple, la connaissance des caractères "concrets" et "abstraites" des objets techniques<sup>5</sup>. L'objet qui se rapproche le plus de la complexité naturelle, est celui où il a un milieu naturel associé. Par exemple le microscope électronique a besoin du milieu du vide interne, les moteurs modernes ont une régulation électronique interne, le téléphone mobile nécessite une infrastructure externe associée. Il s'ensuit que la complexification de la technologie va dans ce sens, et que l'analyse, de ce point de vue, des objets, permet d'apprécier leurs potentiels d'évolution.

La [figure 4](#) "*Ouvertures pédagogiques de niveau 2 à partir du cas du VTT*" montre l'articulation avec les modules externes. Elle concerne les **EPI 2 (PDF)**

La [figure 5](#) "*Enseignement interdisciplinaire de la technologie*", relie navigations internes et externes. Elle concerne les **EPI 1 et 2. (PDF)**

### **3 L'organisation des analyses systémiques et des ressources pédagogiques**

---

EMET est un système d'information croissante où les analyses spécifiques contribuent à la constitution des modules généraux, ceux-ci, rétroalimentant les analyses spécifiques. Par exemple le cas du VTT permet d'identifier 25 lois et principes qui serviront ultérieurement pour d'autres analyses.

Plusieurs questions essentielles se posent.

### 3.1 Le choix des produits pédagogiques

Deux objets techniques avaient été choisis dans les travaux préliminaires : le VTT et le Téléphone Mobile. Ces artefacts, très différents, présentent des potentialités pédagogiques. Ils sont bien en phase avec les élèves. Il serait possible d'y ajouter d'autres objets techniques significatifs de notre époque<sup>6</sup>. On pense naturellement à l'automobile, symbole du siècle. Mais par rapport au VTT, la complexité structurelle est multipliée par 100 (300 pièces dans le VTT, 30000 dans l'auto). Ce n'est pas infaisable, on pourrait, dans un premier temps se limiter à l'ouverture des sous-systèmes. Déjà, à ce niveau, on verrait comment l'objet est intégrateur d'une quantité considérable de principes et lois, de transferts extérieurs à l'industrie et d'innovations spécifiques.

Le choix des produits soulève la question du mode opératoire de la constitution de l'encyclopédie systémique, version expérimentale et développement de la version EST.

On peut légitimement se poser la question de la validité de l'entrée par les artefacts. Cette question a été analysée dans **la technologie générale** quand les ordres de grandeurs des taxons de l'édifice technologique ont été évalués.

Ces ordres de grandeurs *vraisemblables* sont les suivants : lois scientifiques<sup>7</sup>  $10^2$ , principes technologiques  $10^3$  fonctions objectifs  $10^2$ , propriétés  $10^3$ , procédés  $10^4$  à  $10^5$ , individus techniques<sup>8</sup>  $10^6$ . Si donc on attaquerait l'EST au niveau des individus ou des procédés, la tâche serait sans doute insurmontable, encore que l'on ait entrepris le travail colossal à partir des informations sur 7 millions des molécules chimiques de déterminer les propriétés topologiques des molécules, c'est-à-dire de l'agencement des liaisons entre les atomes de la molécule qui en détermine l'architecture finale<sup>9</sup>. L'hypothèse première d'EMET avait été de commencer par les principes technologiques et de décliner l'analyse à partir de cet accès. L'expérimentation a montré que ceux-ci ne constituent pas une donnée disponible a priori, mais doivent être recherchés dans les objets.

On peut envisager d'autres voies: "descendantes" des lois aux principes et - point clé - à la détermination des "éléments". On pourrait aussi partir selon les informations disponibles des propriétés pour, vers l'amont en dégager les principes technologiques et, latéralement, les procédés technologiques alternatifs. Il faut tester différentes approches pour *trouver les "bonnes entrées" de l'arche technologique*.

Quoiqu'il en soit le choix d'artefacts ouvre de réelles possibilités systémiques et pédagogiques. On peut penser que la constitution d'un échantillon d'une centaine d'objets techniques significatifs, constituerait une première masse critique d'informations à partir de laquelle l'Encyclopédie pourrait se développer tous azimuts au niveau des différents taxons de l'édifice technologique<sup>10</sup>.

Les limites de ce mode opératoire sont celles des moyens mis en œuvre et du modèle utilisé de rendre compte de la réalité systémique dans des systèmes comme la chimie ou la biotechnologie. Mais, là aussi, c'est la fonction d'EST d'explorer cette *terra incognita*.

### 3.2 Le choix des "entrées" pédagogiques

Dans le cas du VTT, l'accent est mis sur l'innovation qu'il représente. Elle peut contribuer à stimuler chez les élèves une attitude créative, déclencher l'imagination, provoquer un comportement tourné vers l'avenir. Cela peut suggérer une "entrée" pédagogique à privilégier systématiquement.

### 3.3 La connexion entre la systémique de la technologie et le système de l'éducation

Le système de l'éducation scolaire a une autonomie relative, sa logique est liée aux âges scolaires, mais aussi aux finalités sociétales, à son modèle pédagogique, aux forces cohésives de son corps enseignant. Cette logique d'ensemble est autonome par rapport au décryptage de la technologie. Par exemple la navigation interne vers la physique ne correspond pas à des programmes du collège. Il est peu probable que l'enseignement de la technologie "opère" cette réalité. Il faut donc voir quelles sont les transactions possibles avec la puissance lourde de l'ordre scolaire établi.

### 3.3 L'interdisciplinarité comme discipline collective

**L'interdisciplinarité** en technologie est une nécessité et un problème. L'enseignement interdisciplinaire se heurte aux formations parcellaires reçues par chacun de nous. Par ailleurs, nul ne peut être omniscient. "L'égo-interdisciplinarité" ne peut partir, dans la situation présente, que du centrage d'une discipline principale de base, et s'étendre par des rapports de proximité avec d'autres disciplines. Ceci sur le plan des individus, et donc, en l'occurrence, des professeurs.

Le projet de l'éducation systémique de la technologie n'est pas seulement interdisciplinaire, mais transdisciplinaire<sup>11</sup>. Ceci dans un double sens. D'abord la finalité est bien l'unité de la connaissance. Ensuite la finalité est celle d'un projet pédagogique ciblé en fonction des âges. Mais ce projet implique une organisation collective de l'enseignement par la participation, autour de la technologie comme carrefour interdisciplinaire, de professeurs des disciplines concernées par les ouvertures EPI et EPI 2. Ce qui implique un consensus sur un minimum de modèle commun. Et que chacun ait ce "modèle dans la tête". Ce n'est pas impossible, mais ce n'est pas facile.

Last but not least, cela suppose une réorientation de la formation des professeurs, l'établissement de nouveaux programmes. Mouvement difficile à déclencher et qui suppose, à la fois, une reconnaissance "à la base" de la nécessité de nouvelles orientations et une volonté politique "aux sommets".

### 3.4 Le réseau comme ressource interdisciplinaire

La prise de conscience, la concrétisation de nouveaux enseignements sont facilitées par la technologie moderne des télécommunications qui ouvre de nouveaux horizons à l'éducation technologique.

**Internet** permet de constituer en réseaux des ressources pédagogiques. Prenons le cas du VTT. A partir d'une analyse systémique, qui est la condition sine qua non du reste, il est possible de détecter les sites consacrés aux divers EPI 1 et EPI 2 et d'y puiser des ressources pour l'enseignement.

Ainsi, les sites suivants sont directement relatifs au vélo et au VTT :

<http://www.sunnbicycle.com/>

<http://Landau1.phys.Virginia.EDU/Education/Teaching/HowThingsWork/bicycles.html>

<http://www.analyticcycling.com/>

<http://www.damonrinard.com/books.htm>

<http://www.exploratorium.edu/cycling/index.html>

<http://www.howstuffworks.com>

<http://www.rockshox.com/>

<http://www.cannondale.com/>

Il y a aussi un dictionnaire français-anglais des termes de la bicyclette :

[www.sheldonbrown.com/eng-fren.html](http://www.sheldonbrown.com/eng-fren.html)

Ils sont à vocation pédagogique, ludique ou commerciale.

Si l'on entre dans l'EPI 1 "lois physiques", on trouvera, par exemple, les lois de Newton relatives aux forces, mouvement et accélération. On peut alors, si cela présente un intérêt, chercher un site où l'on trouvera une biographie de Newton, et l'histoire des lois qui ont été dérivées de ses découvertes.

Si l'on part de l'énergie, des artefacts utilisant d'autres sources d'énergie que l'énergie humaine, on dérive à l'EPI 1 sur l'énergie, et de celle-ci aux moteurs, pour lesquels de nombreux sites existent, etc...

### 3.5 Le réseau et l'individualisation des enseignements

Les nouvelles ressources, technologiques et autres, sont susceptibles de bouleverser le champ pédagogique, d'ouvrir des possibilités **d'auto formation** inconnues jusqu'alors.

Considérons les "fondamentaux" épistémologiques, la complexité, notamment, dont il est peu probable qu'elle fasse l'objet d'un enseignement disciplinaire.

Si l'on est intéressé de la pensée complexe, sans doute il y a-t-il de nombreuses publications, mais on peut aussi communiquer avec le site de l'Association pour la Pensée Complexe (Edgar Morin) et du Programme Européen de la Modélisation de la Complexité (Le Moigne) : [Http://www.mcxapc.org/](http://www.mcxapc.org/)

Et encore avec le site de "Principia Cybernetica" <http://pespmc1.vub.ac.be/COMPLEXI.html>, et celui de l'Université de Neufchatel <http://www.unine.ch/CIESYS/> etc...

L'enrichissement personnel de l'enseignant est désormais possible en permanence.

Il est aussi envisageable de moduler un enseignement "sur mesure". Supposons que le professeur et les élèves aient une curiosité et des motivations particulières qui les portent sur un objet technique et/ou un système technique déterminé, on peut concevoir une pédagogie partant de l'analyse systémique et ayant recours aux EPI pertinentes.

### 3.6 EST, outil d'un réseau

Dans cette conception pédagogique d'ensemble EST pourrait au sein du réseau faire ou/et mobiliser les analyses systémiques requises et servir de point focal d'information sur les sites Internet correspondants. Il s'agirait d'une fonction de l'information sur l'information.

## NOTES

<sup>1</sup> L'exemple du VTT illustre la démarche générale de la navigation systémique et électronique au sein de le EST;

<sup>2</sup> Voir William H. Gruber et Donald G. Marquis *"Factors in the transfer of technology"* MIT, 1969.

<sup>3</sup> Voir notamment Frank Rowland Whitt and David Gordon Wilson *"Bicycling Science"* the MIT Press, 1997.

<sup>4</sup> Voir Yves Deforges *"Technologie et génétique des objets techniques"*, Maloine, 1985.

<sup>5</sup> Voir Gilbert Simondon *"Du mode d'existence des objets techniques"* Aubiers Montagne, 1969. On rappellera que Simondon définissait "l'organologie" comme la science des éléments, et la "mécanologie", celle des objets et systèmes techniques.

<sup>6</sup> Dans la liste LTD des professeurs de technologie, un professeur signale que le micro émetteur soulève l'intérêt des élèves et du professeur qui a les compétences techniques pour en expliquer le fonctionnement.

<sup>7</sup> Yavorki B. et Detlaf A. *"Aide-mémoire de physique"*, Editions de Moscou.1984.

<sup>8</sup> Cette estimation est corroborée par le thésaurus des termes scientifiques et techniques principaux de l'armée américaine (Engineers Joint Council, 1969) qui, partant d'une banque de données de 1.250.000 termes a retenu 23.364 entrées, 17.810 descripteurs et 5.554 références d'usage.

<sup>9</sup> Dennis Rouvray *"Activités chimiques et topologie"* dans Pour la Science, n° 109, nov. 1986.

<sup>10</sup> Un problème analogue avait été rencontré et surmonté dans l'analyse de la complexité des biens de capital, dont le nombre, lui aussi est de l'ordre des  $10^6$ . Au départ un échantillon représentatif de 500 machines et instruments avait été constitué, étendu par la suite à 1000, ce qui a permis d'établir un système expert au sein de l'ONUDI, pour l'industrialisation des PVD. Voir à ce sujet GONOD P. Un outil : l'analyse de la complexité technologique, *Revue d'Economie Industrielle* N°20 2ème trimestre 1982, et VIDOSSICH F. Système expert des biens d'équipements *Onudi*, 1988.

<sup>11</sup> L'interdisciplinarité concerne le transfert des méthodes d'une discipline à l'autre. La transdisciplinarité prolonge l'interdisciplinarité par la compréhension du monde présent, dont un des impératifs est l'unité de la connaissance (Basarab Nicolescu, Lima de Freitas, Edgar Morin, *"La transdisciplinarité, manifeste"*, Rocher, 1996).

## Diversification des VTT

<b>CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES DIFFERENTS TYPES DE VTT</b>
--

	X COUNTRY	FREE RIDE	DESCENTE	TRIAL
<b>CADRE</b>	Léger, matériaux d'avant-garde	"Sloping" (poutre renforcée), robuste	"Sloping", robuste	Léger, robuste, surbaissé, en aluminium
<b>ROUES &amp; PNEUS</b>	Légers, pneus étroits (38-48mm de diam.), semi-slicks	Pneus > 48mm, crantés, accrocheurs	Pneus > 48mm, crantés, accrocheurs	Pneus larges et très accrocheurs, jantes larges
<b>SUSPENSION AV</b>	Fourche télescopique, débattement inférieur à 90mm, syst. oléopneumatique	Fourche télescopique, débattement + - 100mm, ressort hélicoïdal	Fourche télescopique à double té, débattement maximum (200mm)	Fourche télescopique
<b>SUSPENSION AR</b>		Amortisseur	Amortisseur	
<b>TRANSMISSION</b>	Changement de vitesses personnalisé	Transmission classique	Transmission simplifiée	1 seul plateau
<b>SELLE</b>	Allégée, étroite	Confortable, à gel	Confortable, à gel	Basse
<b>PEDALES</b>	Automatiques	Automatiques à plate-forme	Automatiques à plate-forme	Automatiques à plate-forme
<b>FREINS</b>	V-brake	A disque ou V-brake	A disque	V-brake ou hydrauliques, puissants et fiables
<b>GUIDON &amp; POTENCE</b>	Guidon plat	Potence relevée	Guidon relevé, potence plus haute	Guidon relevé

<b>ACCESSOIRES</b>	Bombe anti-crevaisson, démonte-pneus, dérive chaîne, clé à rayons, clés Allen
<b>AUTRES CARACTERISTIQUES</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span data-bbox="734 369 941 459">Système anti-talonnage sur la fourche</span> <span data-bbox="965 369 1197 459">Système anti-saut de chaîne</span> </div>

**X COUNTRY : avaler des kms sur tous les terrains, utilisation de vélos rigides et légers. Première discipline VTT admise aux J.O d'Atlanta.**

**DESCENTE : parcours relativement courts avec un dénivelé maximum, recherche de vitesse maximum. Peu importe le poids du vélo, pourvu qu'on ait l'ivresse.**

**FREE RIDE : dérivé récent de la précédente pratique, opton maxi-bosses et maxi-sauts. Vélo identiques à la descente, mais privilégiant le poids et le rendement.**

**TRIAL : l'essentiel est de passer sur des obstacles de toutes sortes (voire de grimper au mur), pas trop vite, et de ne pas mettre le pied à terre. Nécessite des vélos spécifiques à haut niveau.**

**CARACTERISTIQUES  
TECHNIQUES DES  
AUTRES TYPES DE  
VTT**

	<b>RANDO-SPORTIF</b>	<b>TOUT-SUSPENDU</b>	<b>VTC</b>
<b>CADRE</b>	Acier haute résistance, alliage aluminium ou carbone	"Sloping", robuste, léger	Acier qualité moyenne
<b>ROUES &amp; PNEUS</b>	Pas trop larges, surgonflés	Allégés, solides	Roues grandes et traditionnelles, pneus de route
<b>SUSPENSION AV</b>	Fourche télescopique, ressort hélicidaux ou élastomères	Fourche télescopique, taux de compression équivalent à celui de l'arrière	Fourche classique
<b>SUSPENSION AR</b>		Amortisseur	
<b>TRANSMISSION</b>	Transmission classique	Transmission classique	Double plateau, moins de pignons
<b>SELLE</b>	Confortable avec gel	Confortable, à gel	Confortable, ergonomique, à gel
<b>PEDALES</b>	Automatiques	Automatiques à plate-forme	Classiques
<b>FREINS</b>	V-brake ou cantiveler	A disque, V-brake	Cantiveler
<b>GUIDON &amp; POTENCE</b>		Potence relevée	Guidon haut
<b>ACCESSOIRES</b>	Pompe, chambre à air de secours, nécessaire de réparation, garde-boue		Porte-bagages, garde-boue, carter, porte-bidon, éclairage, pompe
<b>AUTRES CARACTERISTIQUES</b>	Poignées confortables	Triangle arrière unifié	

**RANDO-SPORTIF** : ni machine infernale de compétition ni VTT de promenade, c'est un vrai tout-terrain, conçu pour les sentiers battus. Le juste équilibre entre sport et loisir.

**TOUT-SUSPENDU** : un tel vélo peut s'utiliser dans différents environnements, à condition d'en modifier les

## **LE RAPPROCHEMENT ENTRE LES PRINCIPES PHYSIQUES ET LES DISCIPLINES**

### **DU VTT (voir annexe 2)**

Il s'agit là d'expliquer la forme et les différents composants du VTT à travers ses diverses utilisations, que ce soit le trial, le cross-country, la descente ou le free-ride. Bien sûr, les 25 principes, décrits par David Taylor, entrent tous en compte quand il s'agit de concevoir un VTT, mais certains ont un poids plus important que les autres suivant l'usage que l'on va en faire.

#### **VTT TRIAL :**

Dans cette discipline, le vélo étant projeté et infléchi, le principe le plus important dans la discipline du trial est certainement l'équilibre. D'un point de vue physique, il va falloir répondre à la question de la répartition correcte du poids de l'utilisateur. Ainsi, la selle et le cadre seront volontairement bas de manière à rabaisser le centre de gravité du système, formé par le VTT et le cycliste (principes 5 et 8). De plus, il va falloir faire jouer les freins pour contrôler la précision des mouvements. C'est pour cela que l'on optera pour des freins très efficaces, de type V-brake ou hydraulique, puissants et fiables de manière à ce que la roue puisse être instantanément bloquée d'une seule pression du doigt (principes 6 et 12).

En outre, pour optimiser la stabilité du système VTT-cycliste, il faudra des pneus accrocheurs sur tous les types de supports, tels que le bois, le verre, le plastique, les rochers, la boue, etc... (principe 25).

De plus, il va falloir que le VTT soit très maniable pour faciliter les impulsions qui seront nécessaires aux franchissements des obstacles. L'importance des chocs fait que le cadre devra être robuste et léger (principes 11 et 25). Pour faciliter les impulsions, on utilisera un seul plateau afin que la force qui sera associée au coup de pédale soit maximum (principes 2 et 4). Pour franchir un obstacle, il faut, à vitesse moyenne, fléchir légèrement les bras tout en exerçant une traction verticale sur le guidon pour soulever la roue avant. Puis, on se dresse immédiatement sur les pédales pour réduire le poids sur la roue arrière. L'élan décisif sera alors donné par une poussée sur les pédales : d'abord une petite secousse vers le haut, puis une impulsion en avant. En enchaînant sans temps d'arrêt la traction sur le guidon et la poussée sur les pédales, on peut décoller du sol en allégeant simultanément roue avant et roue arrière (*bunny hop*).

On peut aussi ajouter que, dans cet art d'équilibriste, tout est affaire de rapport entre le guidon et les pédales étant donné qu'il n'y a pas vraiment de position typique. En effet, le guidon sera nettement plus haut que celui d'un VTT classique pour améliorer la maniabilité (principe 5). Les pédales seront automatiques à plate-forme, pour rester solidement calé et ne pas mettre pied-à-terre.

En ce qui concerne la suspension avant, une fourche avec un amortissement ferme pour ne pas nuire à la maniabilité atténuera efficacement les chocs (principes 12 et 14).

### X COUNTRY :

Dans cette discipline, la première admise aux J.O d'Atlanta en 1996, il faut avaler des kilomètres sur tous les terrains. Le compétiteur sacrifiera tout au gain de vitesse, au détriment du confort le plus élémentaire recherché par les amateurs.

Le parcours étant constitué de descentes et de montées, le cycliste cherchera à optimiser son effort musculaire durant la course (principe 24). Le tout sera de trouver le bon dosage de l'effort dont l'utilisateur devra faire preuve dans les descentes et les montées. C'est la raison pour laquelle le VTT sera léger, constitué de matériaux d'avant-garde (principe 25), dans une optique résolument tournée vers le gain de vitesse dans les montées, au détriment de ses performances en descente et sur les bosses (principes 1 à 4).

De plus, pour améliorer sa vitesse, le cycliste sera en constante recherche de position de vitesse. C'est pourquoi le guidon sera plat de manière à avoir la position la plus aérodynamique possible (principe 17).

En bref, toutes les innovations qui seront présentes sur un tel VTT n'auront qu'un seul et unique but : tout faire pour que le rendement de l'effort musculaire consenti par le cycliste soit maximum. En effet, un vélo de cross-country sera fabriqué en pensant toujours à optimiser l'effort du vététiste. Et, c'est la raison pour laquelle on trouvera sur ces VTT une transmission personnalisée, personne ne connaissant mieux le vététiste que le vététiste lui-même (principe 24).

## Un exemple de pédagogie systémique

### ANALYSIS OF VTT MODULES

#### Physical Principles and Implied Disciplines

Author David TAYLOR

David Taylor is currently a Tutor/Research Supervisor for MSc in advanced design and manufacture and for BSc in Professional Development and Manufacturing Technology working with the Open University in United Kingdom since 1985. It is, with Alan Darbyshire the author of the book "Advanced Engineering: Systems, Processes, Materials and Design", GNVQ, Stanley Thornes, 1997.

#### 1A PHYSICAL PRINCIPLES AND IMPLIED DISCIPLINES FOR VTT

##### **p1 - velocity and acceleration :**

concepts of **velocity** as rate of change of distance and **acceleration** as rate of change of velocity.  
summation of velocities as **vectors, velocity** and **acceleration** due to **gravity**.

##### **p2 - Newton's laws of forces, motion and acceleration :**

demonstration and proof of :

**Law 1** - every **body** continues in its state of **rest** or uniform **motion** unless acted upon by an external **force**.

**Law 2** - the value of a **force F** to produce an **acceleration a** for a body of **mass m** is proportional to **m** and **a**  $\therefore \mathbf{F} \propto \mathbf{ma}$

**Law 3** - to every **action** there is an equal and opposite **reaction**

##### **p3 - work, energy and power :**

definitions of and relationships between **work, energy** and **power** :

**work** - **work W** is done when a **force F** moves a body **distance d** in the direction of its line of action such that  $\mathbf{W} = \mathbf{Fd}$ .

**energy** - **energy E** is the capacity for doing work - where **kinetic energy KE** is the **energy** possessed by a moving body of **mass m** and **velocity v** such that **kinetic energy KE** =  $0.5\mathbf{mv}^2$ .

**potential energy PE** is the **energy** possessed by a body of **mass m** from its **height h** and **acceleration** due to **gravity g** such that  $\mathbf{PE} = \mathbf{mgh}$ .

**power** is the rate of doing **work** or using **energy** such that.

##### **p4 - momentum and impulse**

definitions and proofs of **momentum** and **impulse** where :

**momentum** =  $mv$  where **m** is the **mass** of a body and **v** its **velocity** and

**impulse** =  $Ft$  where **F** is the **force** acting on a body for **time t** - **impulse** is also equal to the change of **momentum** it produces

**p5 - resolution and equilibrium of forces**

demonstration of **static equilibrium** and **resolution of forces in equilibrium**.

basic **resolution and equilibrium of forces** such that the **vector** sum of all **forces** for a body in **equilibrium** is equal to **zero**.

**p6 - friction, grip and forces**

derivation of relationships between the **forces** and **grip** applied to two bodies in contact and the **coefficient of friction** between the surfaces of the two bodies.

**p7 - moments, torque and parallel forces**

demonstration of the principles of the turning effect of forces on a body where the **moment, torque** or turning effect is equal to the product of the applied **force** and the **parallel** distance from this **force** to the pivot point.

**p8 - centre of gravity :**

demonstration of calculation of **centre of gravity** by using principle of **moments** and **equilibrium**.

**p9 - machines - levers, pulleys, cogs and screws :**

demonstration of principles, **efficiencies** and applications of typical machines using the **lever** principle such as **pulleys, belt, chain, screw** and **gear** drives etc.

**p10 - stress and strain - Young's modulus and Hooke's law :**

explanation of **stress** and **strain** and the derivation of relationship between **stress** and **strain** given by **Hooke's law** and **Young's Modulus** where :

**stress**  $\sigma = F/A$  where **F** = **force** and **A** = **cross-sectional area**

**strain**  $\epsilon = x/l$  where **x** = change in length and **l** = original length

**Young's Modulus of Elasticity**  $E = \sigma/\epsilon = Fl/Ax$

**p11 - forces and stresses in frames :**

use principles of resolution and equilibrium of forces; moments and parallel forces and stress and strain; and Young's Modulus to analyse forces and stresses in frames and other structures.

**p12 - pressure in fluids and hydraulics :**

measurement of **pressure** in **fluids** and demonstration of use of **hydraulic lever** in devices like **hydraulic** brakes, rams etc.

**p13 - moment of inertia and gyroscopic torque**

calculation of **gyroscopic torque** caused when the axis of a rotating body changes direction(**precesses**) where :

**gyroscopic torque** =  $I\omega\Omega$

if **I** = **moment of inertia**,  $\omega$  = **rotational speed** and  $\Omega$  = **precessional**

**p14 - forced vibration and damping**

calculation of **frequency** and **amplitude** of **forced** and **damped vibrations** using **second order differential equations** with typical applications such as vehicle suspensions, out-of-balance rotating forces etc.

**p15 - heat engines and human propulsion :**

Derivation from **second law of thermodynamics** and **Carnot's Principle**, of the **ideal efficiency** equation :

**Efficiency**  $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$  where  $T_1$  is temperature of heat addition  $^{\circ}\text{K}$   
and  $T_2$  is temperature of heat rejection  $^{\circ}\text{K}$ .

explanation of chemistry of combustion in air of fuels and demonstrate relationship of this process to **human power and propulsion**

**p16 - rolling resistance :**

derivation and use of formula for rolling resistance :

**rolling resistance** =  $\frac{\text{vertical force on wheel} \times \text{coefficient of rolling friction}}{\text{radius of wheel}}$

**p17 - air resistance and aerodynamics :**

derive and use formula for drag due to wind :

drag force  $F_{\text{wind}} = \frac{\rho \cdot C_w \cdot A \cdot (v_{\text{wind}})^2}{2}$

where  $\rho$  = **air density**,  $C_w$  = **coefficient of wind resistance**

$A$  = **frontal area**  $v_{\text{wind}}$  = **wind velocity**

**p18 - centrifugal force :**

derivation and use of formula for **centrifugal force** :

**centrifugal force**  $F_c = m\omega^2 r$  where  $m$  = mass of rotating body

$\omega$  = rotational velocity and  $r$  = radius of rotation

**p19 - transfer functions :**

explain and show use of **transfer function** in a **system** where :

**input x transfer function = output**

**p20 - open and closed loop control functions :**

describe and show applications in **systems** of **open-loop systems** without **feedback** and **closed loop systems** with **feedback**.

demonstrate typical control functions such as **Gain G** for an **open-loop system** and  $G/(1+GH)$  for a closed-loop system where  $H$  = transfer function of **feedback** element.

**p21 - basic electrical principles :**

demonstration and applications of **basic electrical principles** such as **voltage, current, resistance, electrical energy, electrical power, Ohm's Law** and **electric circuits**.

**p22 - basic analogue and digital electronics :**

basic principles of **AC circuit analysis** including **step** and **frequency response**, properties of **amplifiers** and **nodal analysis**.

**transistors** and **integrated circuits**, **combinatorial** and **sequential logic circuits**, **digital** to **analogue** and **analogue** to **digital converters**

**p23 - microprocessor principles :**

explanation of **components, operation, programming** and **applications** of **microprocessors**

**p24 - human physiology :**

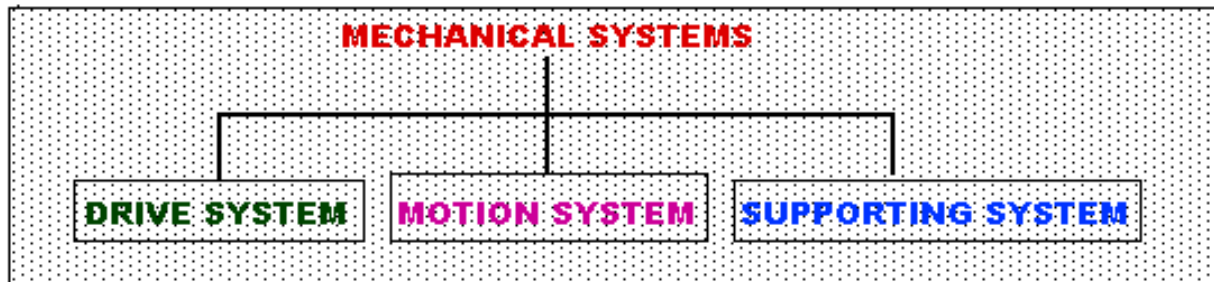
explanations of the basic facts of **human physiology** including coping with **environmental** changes; **locomotion**; structure and function of **muscles, tendons** and **bones**; **respiration** and **circulation**; overall performance in terms of **energy expenditure** and **efficiency**.

**p25 - chemistry** : explanation of basic chemistry in relation to applications such as combustion of fuels, structure of materials and corrosion.

## **ANNEXE 3**

### Un exemple de pédagogie systémique

## STRUCTURAL SYSTEM OF VTT



### MODULES ANALYSIS

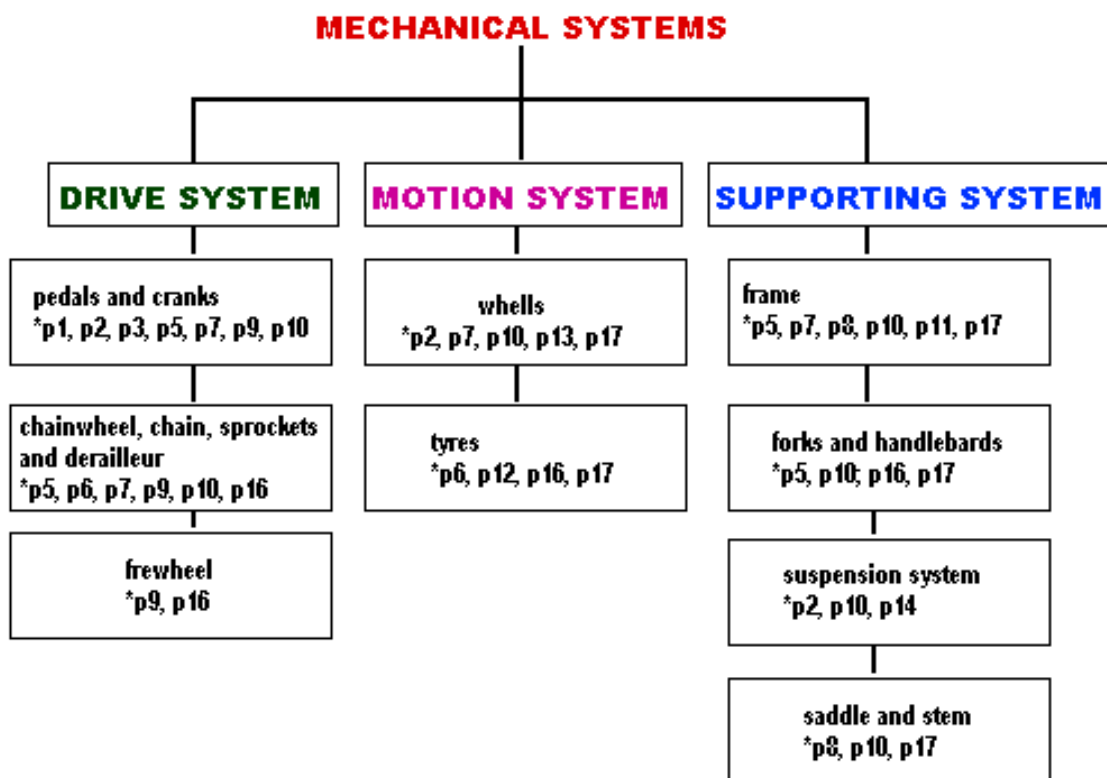
#### MODULE 3B "C'EST FAIT POUR"

##### 3B1 MODIFICATION OF BICYCLE FOR EFFORT

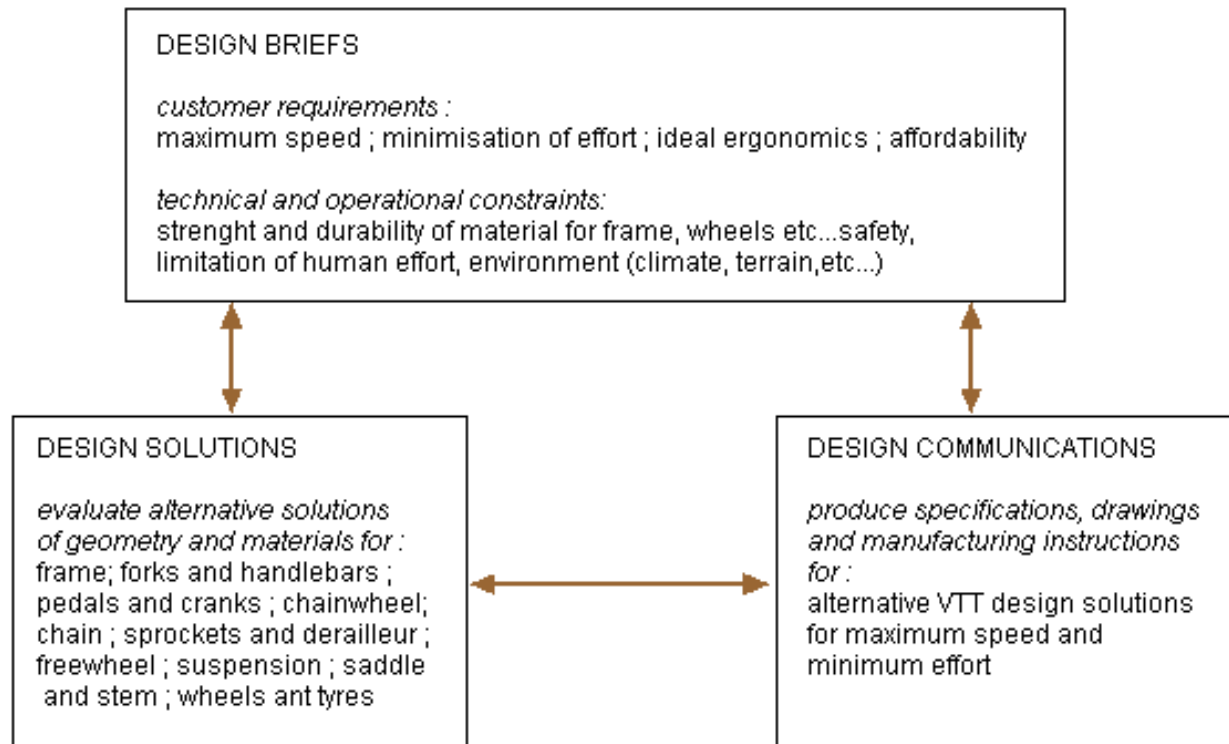
3b1a CONTENT This module is an exploration of the way a VTT is designed for maximum speed and minimum effort

3b1b SYSTEMS The systems here are **mechanical** :

*Note \* Indicate link to Module 1a Physical Principles and Implied disciplines*



### 3b1c DESIGN



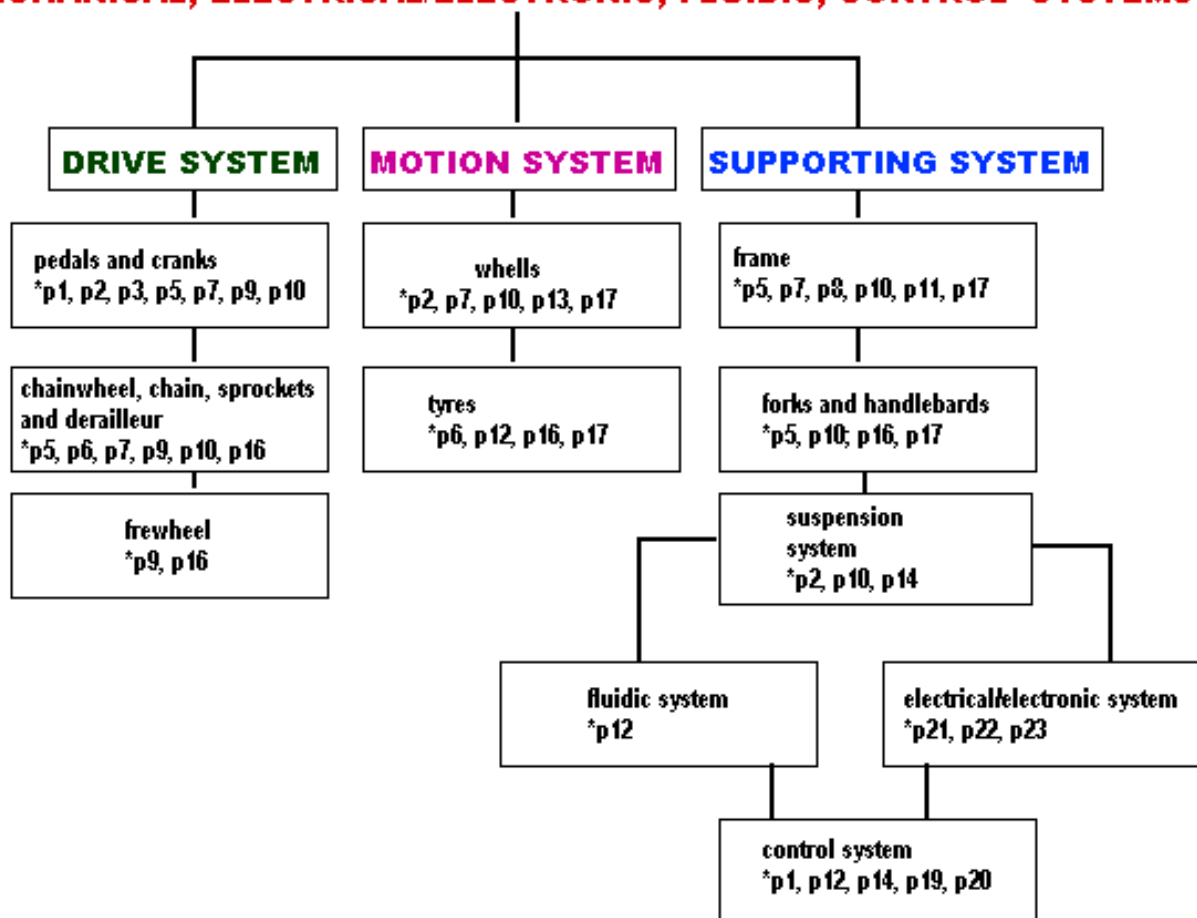
### 3B2 MODIFICATION OF BICYCLE FOR ALL TERRAIN

3b2a CONTENT This module is an exploration of the way a VTT is designed and adapted for all terrain conditions

3b2b SYSTEMS The systems here are **mechanical, fluidic, electrical/electronic** and **control** :

Note \* *Indicate link to Module 1 a*

### MECHANICAL, ELECTRICAL/ELECTRONIC, FLUIDIC, CONTROL SYSTEMS





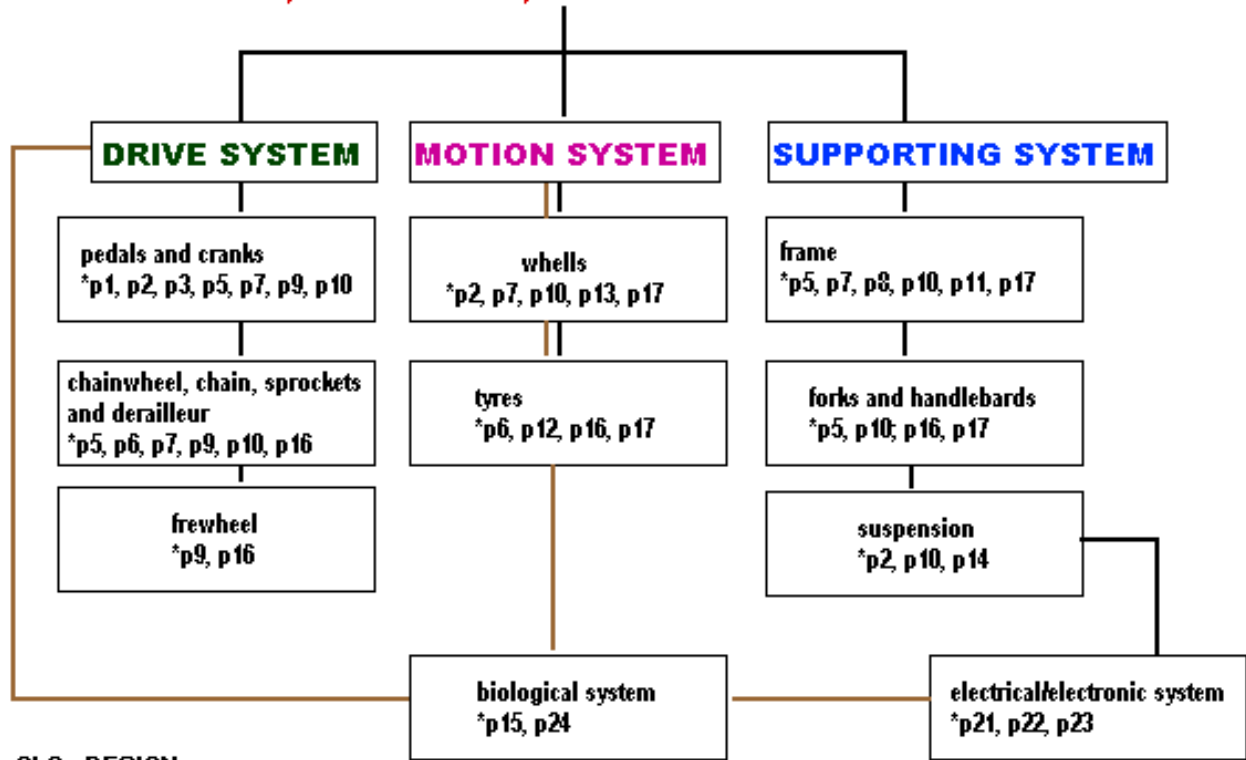
### 3B3 FATIGABILITE CARDIAQUE - MEASUREMENT OF HUMAN EFFORT

3b3a CONTENT This module is an exploration of the way human effort can be measured for a VTT rider

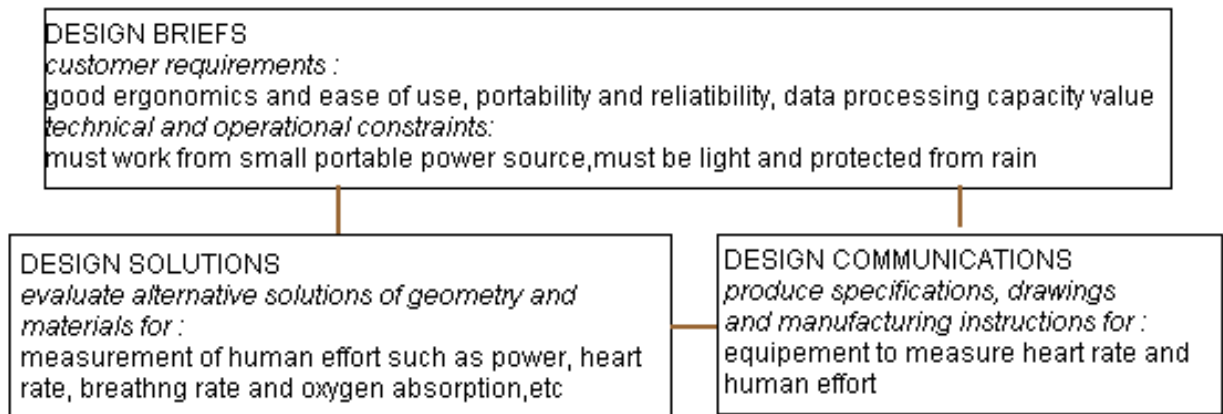
3b3b SYSTEMS The systems here are **mechanical**, **electrical/electronic** and **biological** :

Note \* *Indicate link to Module 1a*

#### MECHANICAL, BIOLOGICAL, ELECTRICAL/ELECTRONIC SYSTEMS



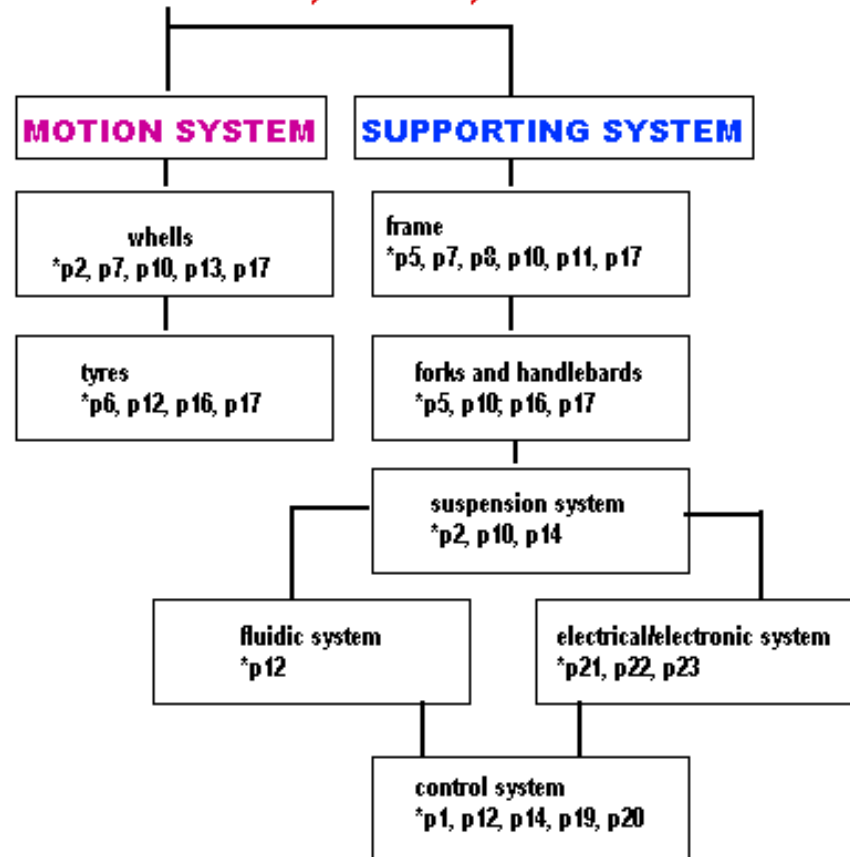
#### 3b3c DESIGN



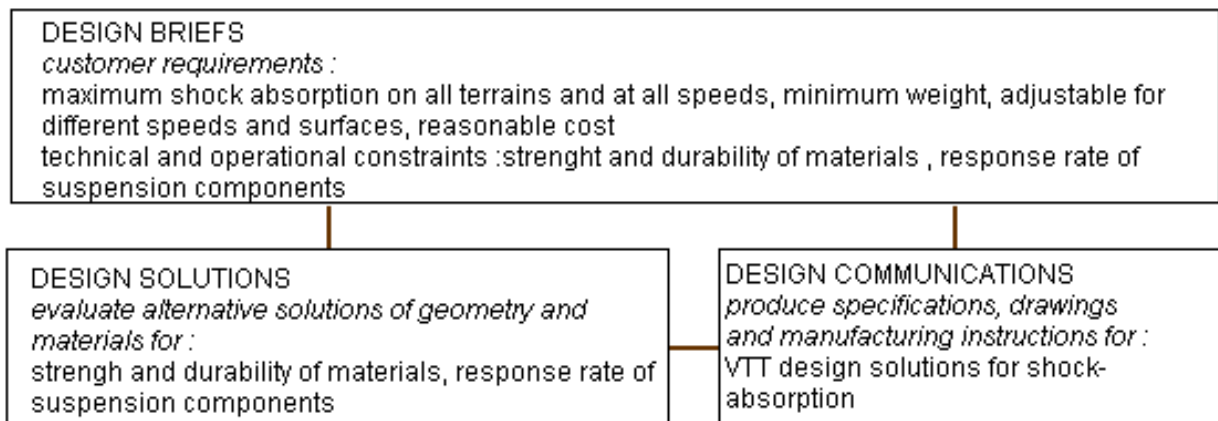
### 3B4 ADAPTATION OF BICYCLE FOR SHOCK-ABSORPTION

3b4a CONTENT This module is an exploration a VTT is designed and adapted to absorb shocks  
 3b4b SYSTEMS The systems here are **mechanical, fluidic, electrical/electronic and control**  
 Note \* *Indicate link to Module 1 a*

### MECHANICAL, ELECTRICAL/ELECTRONIC, FLUIDIC, CONTROL SYSTEMS



#### 3b4c DESIGN



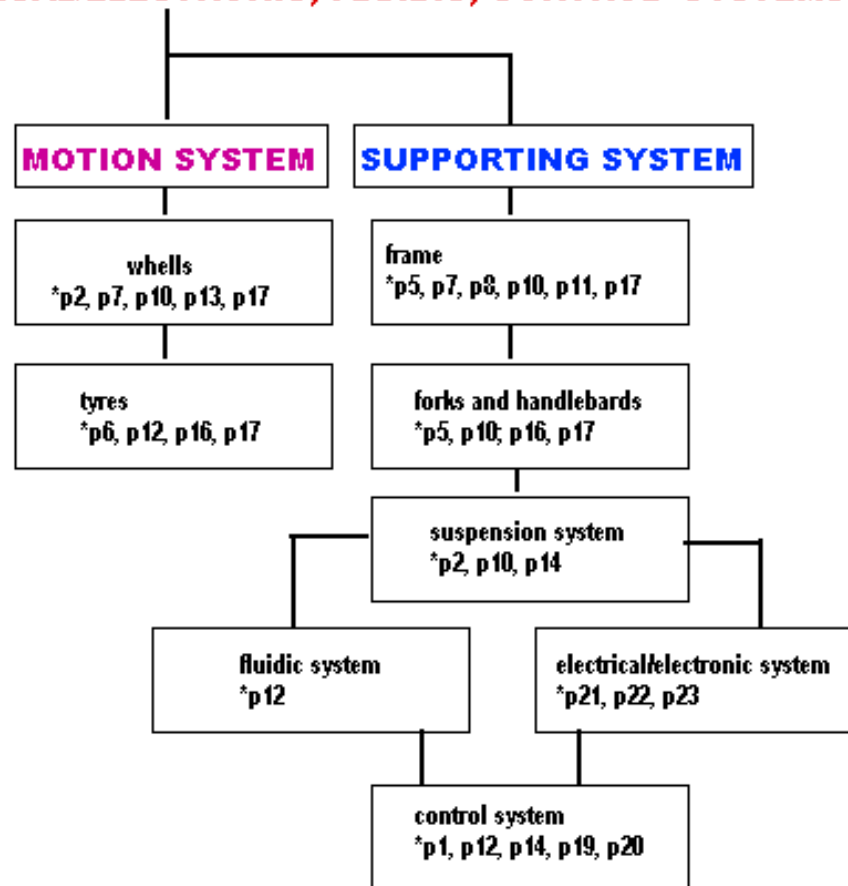
### 3B5 ADAPTATION OF BICYCLE FOR VIBRATION REDUCTION

3b5a CONTENT This module is an exploration a VTT is designed and adapted to reduce vibrations

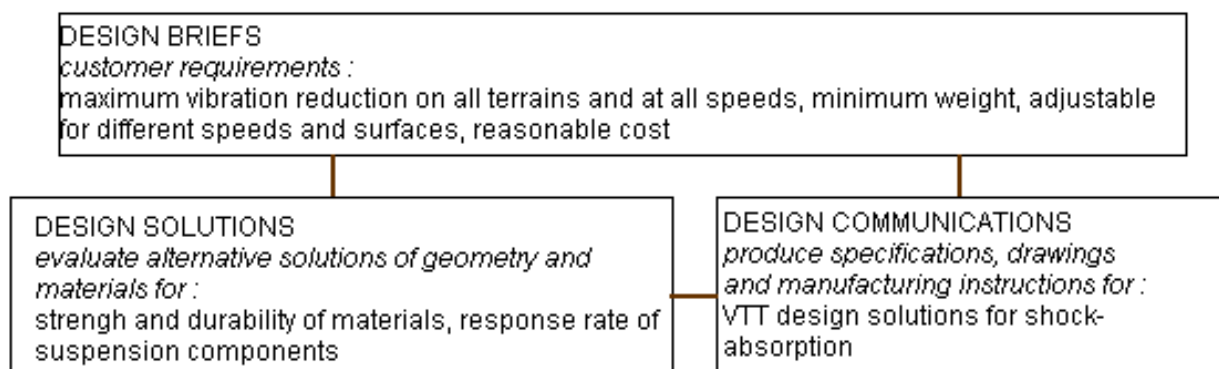
3b5b SYSTEMS The systems here are **mechanical, fluidic, electrical/electronic** and **control**

Note \* *Indicate link to Module 1a*

### MECHANICAL, ELECTRICAL/ELECTRONIC, FLUIDIC, CONTROL SYSTEMS



### 3b5c DESIGN



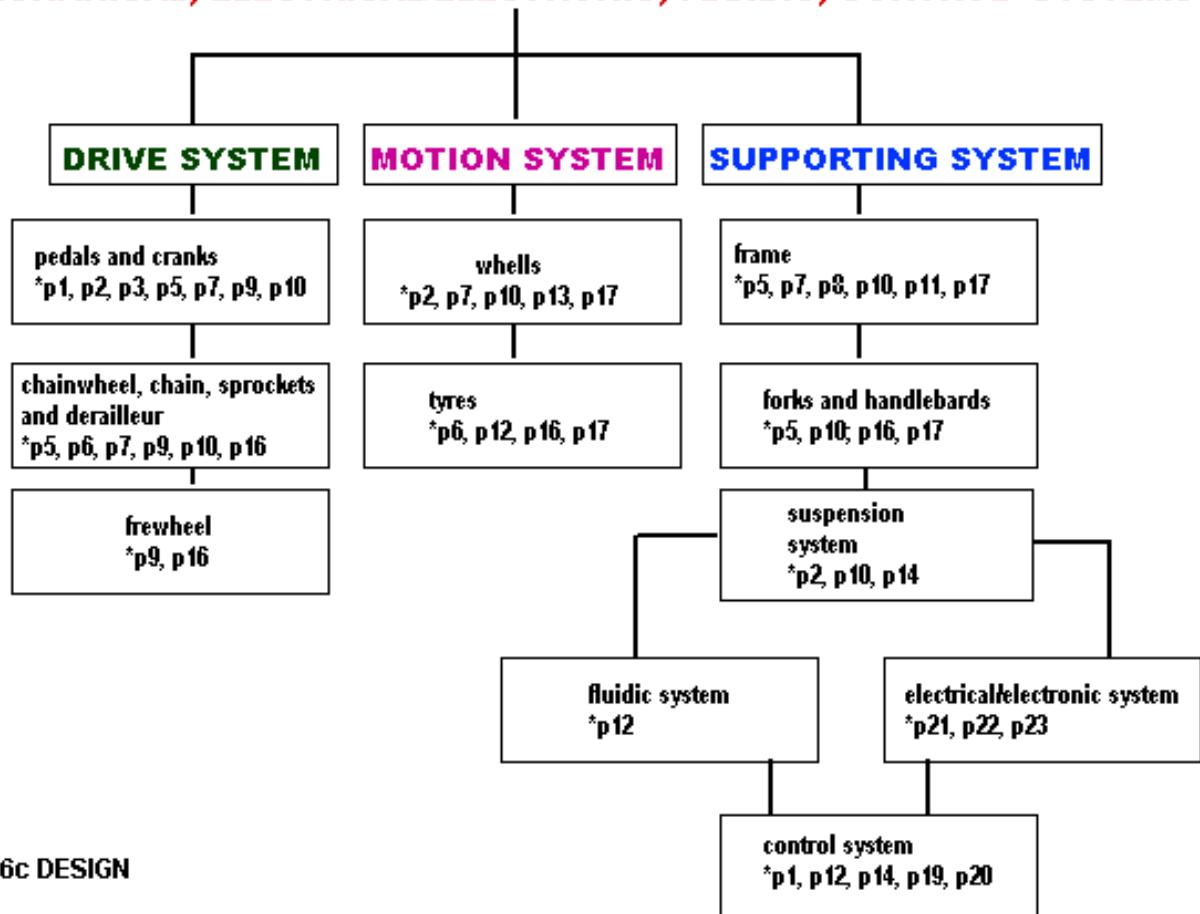
### 3B6 FACILITIES FOR ADJUSTMENT

3b6a CONTENT This module is an exploration of the way a VTT is designed for ease of adjustment for riders and conditions

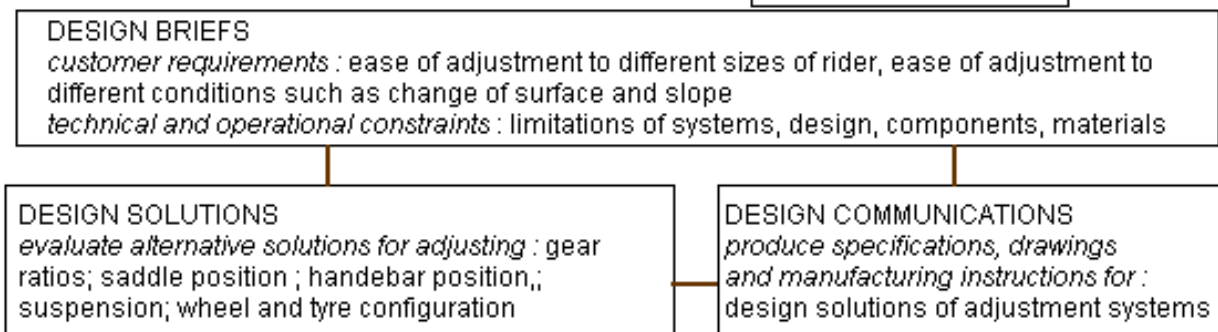
3b6b SYSTEMS The systems here are **mechanical, fluidic, electrical/electronic** and **control** :

Note \* *Indicate link to Module 1a*

### MECHANICAL, ELECTRICAL/ELECTRONIC, FLUIDIC, CONTROL SYSTEMS



#### 3b6c DESIGN



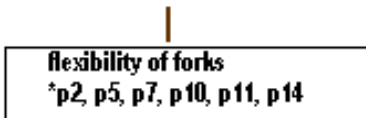
### 3B7 FLEXIBILITY OF FORKS

3b7a CONTENT This module is an exploration of the way a VTT's forks are designed for flexibility and have evolved from early designs

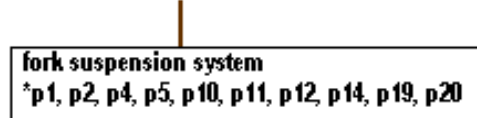
3b7b SYSTEMS The systems here are **mechanical**, and **fluidic**

Note \* Indicate link to Module 1 a

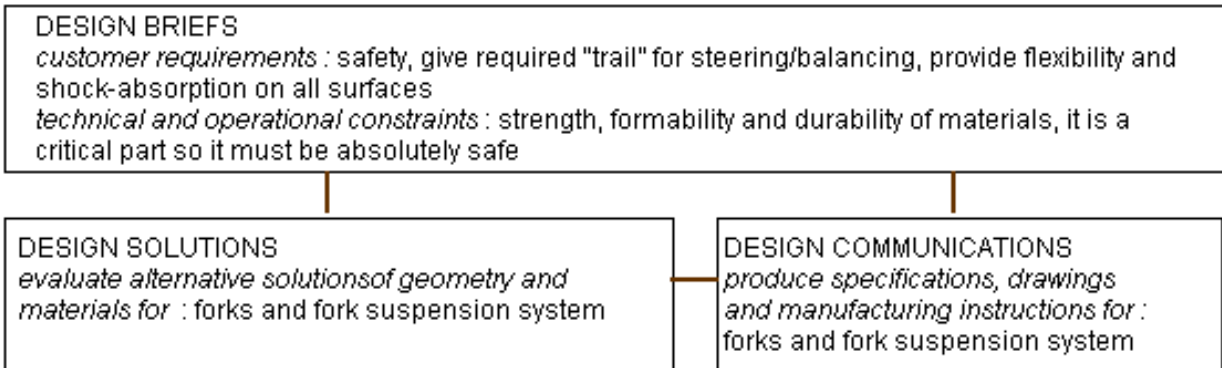
#### MECHANICAL SYSTEM



#### MECHANICAL AND FLUIDIC SYSTEMS



#### 3b7c DESIGN



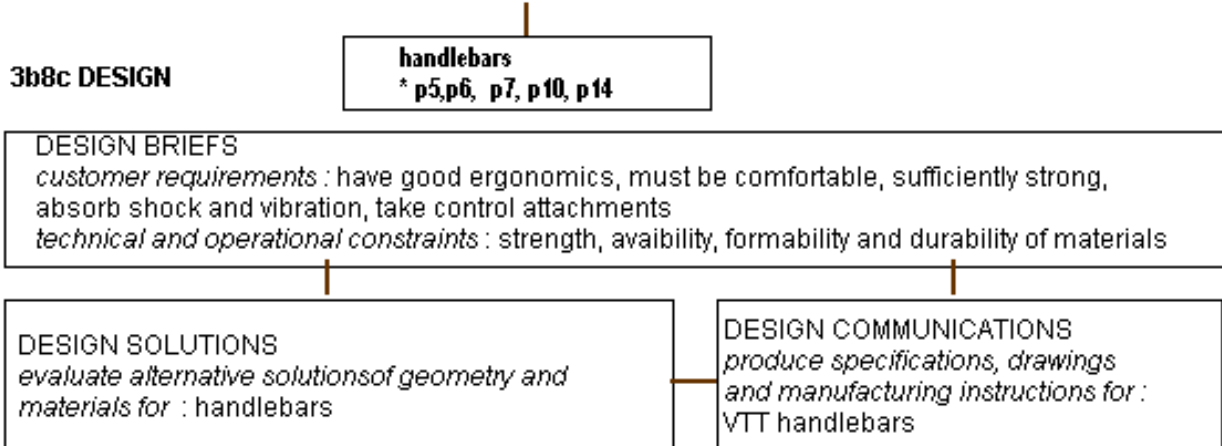
### 3B8 MODIFICATION OF HANDLEBARS

3b8a CONTENT This module is an exploration of the way a VTT's handlebars are designed and have evolved from early designs

3b8b SYSTEMS The system here is **mechanical**

Note \* Indicate link to Module 1 a

#### MECHANICAL SYSTEM



### 3B9 QUALITY OF BRAKING

3b9a CONTENT This module is an exploration of the way a VTT's brakes are designed and for maximum efficiency/reliability and have evolved from early designs

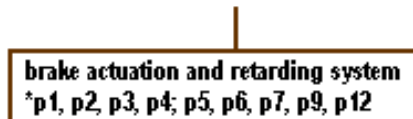
3b9b SYSTEMS The system here is **mechanical** and **fluidic**

Note \* Indicate link to Module 1 a

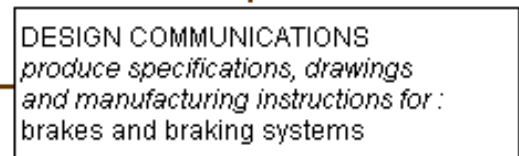
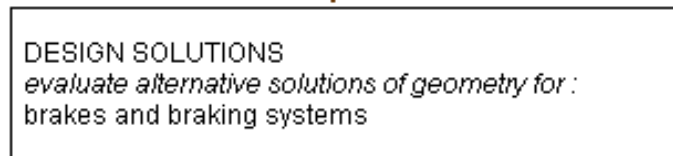
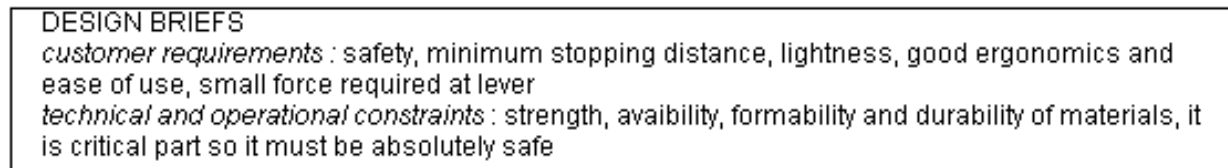
#### MECHANICAL SYSTEM



#### MECHANICAL AND FLUIDIC SYSTEMS



#### 3b9c DESIGN



### 3B10 STOPPING DISTANCE

3b10a CONTENT This module is an exploration of stopping distance when a VTT's brakes are applied at different speeds

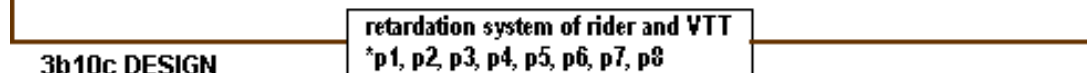
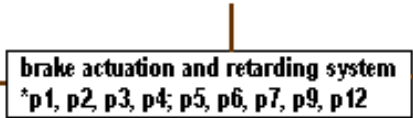
3b10b SYSTEMS The systems here are **mechanical** and **fluidic**

Note \* Indicate link to Module 1 a

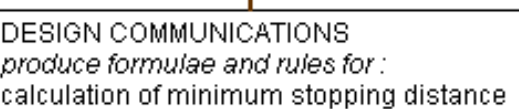
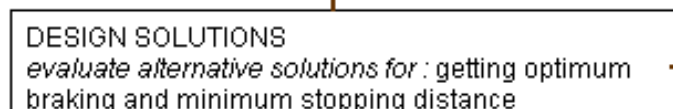
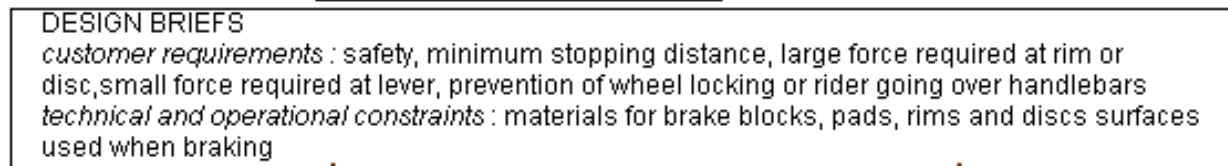
#### MECHANICAL SYSTEM



#### MECHANICAL AND FLUIDIC SYSTEMS



#### 3b10c DESIGN

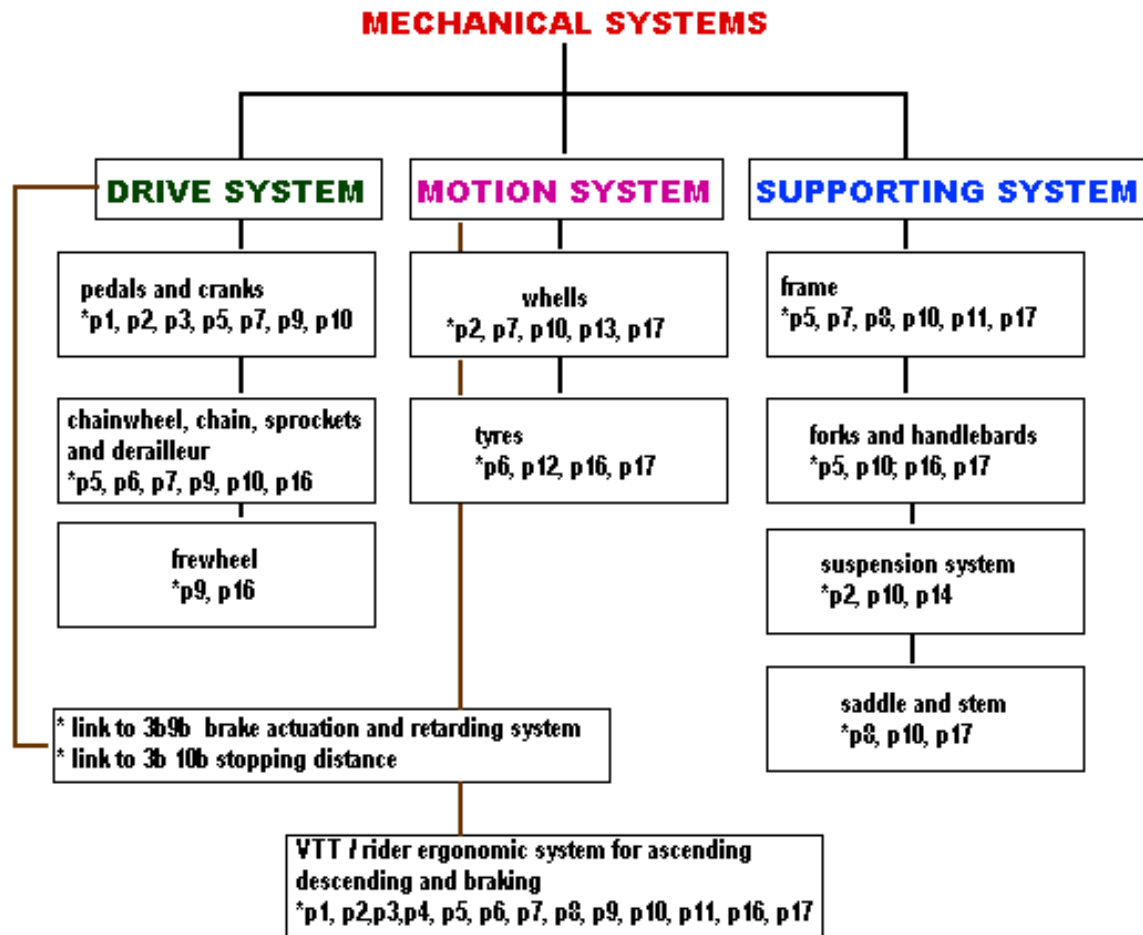


### 3B11 MAXIMUM INCLINE (STEEPEST SLOPE)

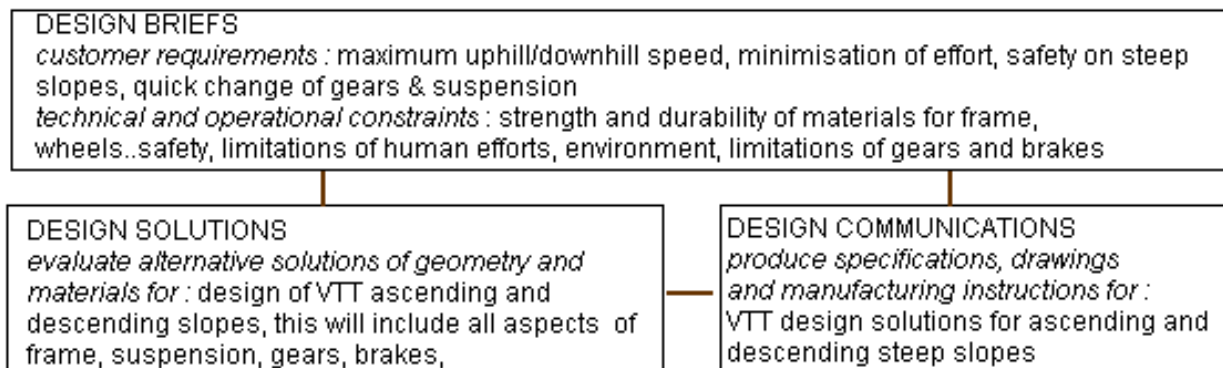
3b11a CONTENT This module examines the requirements of a VTT to ascend and descend steep slopes

3b11b SYSTEMS The systems here are **mechanical**

Note \* Indicate link to Module 1 a



### 3b11c DESIGN



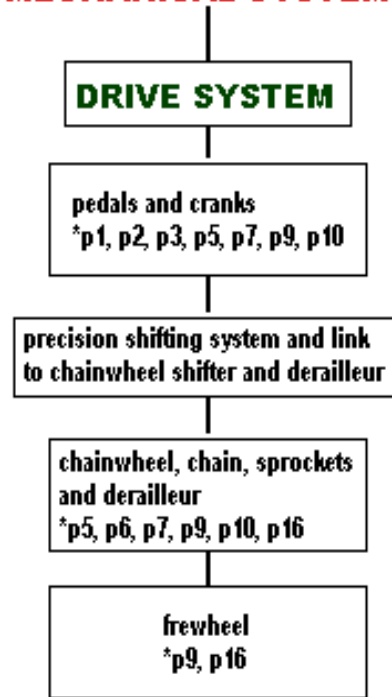
### 3B12 PRECISION GEAR CHANGING

3b12a CONTENT This module is an exploration of the way the gear changing system of a VTT work and has evolved

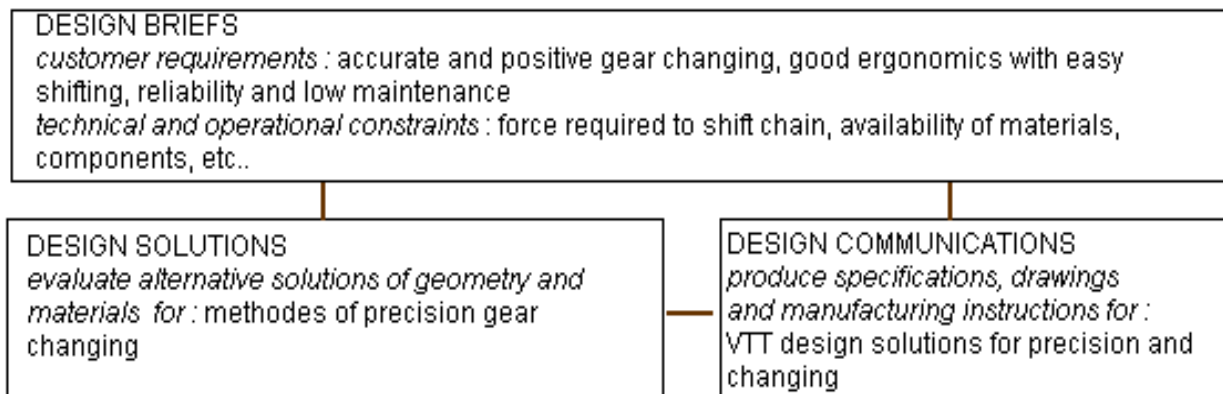
3b12b SYSTEMS The systems here are **mechanical**

Note \* *Indicate link to Module 1 a*

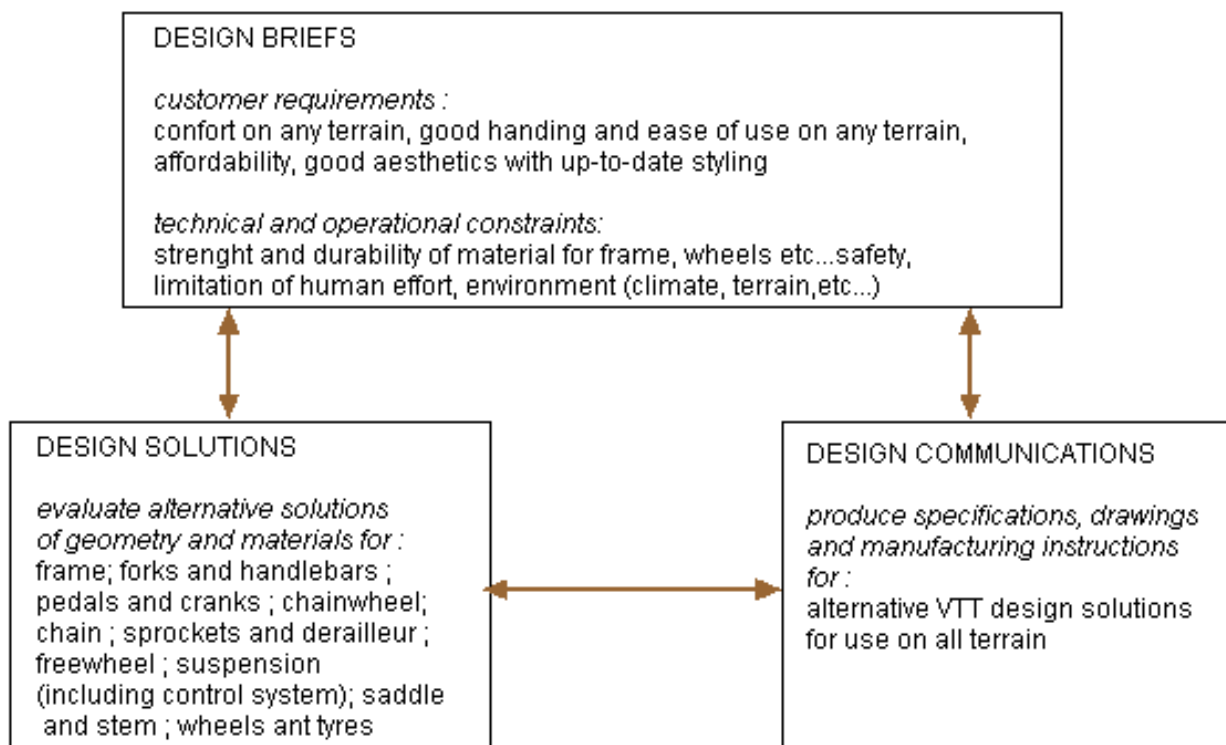
#### MECHANICAL SYSTEMS



#### 3b12c DESIGN



### 3b2c DESIGN



**LE SYSTEME INDUSTRIEL DU PRODUIT VTT**

Le système du produit est conçu d'une façon simple mais très réaliste et valable pratiquement pour tous les secteurs industriels: électromécanique, cuir, chaussures, textile, bois, etc. Voici le schéma de base :

**A) ACTIVITES PRINCIPALES  
SECTIONS DE PRODUCTION**

**B)PIECES PRINCIPALES ELABOREES  
PAR LE CONSTRUCTEUR**

**CONSTRUCTEUR**

\*\*\*\*\*

**MATIERES PREMIERES**

Matières premières

\*\*\*\*\*

**COMPOSANTS**

Composants standard

Sous-traitance; pièces avec Know How construction.

Composants: mise au point entre fabricant et. composant; K.Hs production croisés

prédomine KH fabricant

Composants: mise au point du fabricant composant;

\*\*\*\*\*

**SERVICES TECHNOLOGIQUES DE TIERS**

Demi-finis

Equipements auxiliaires de production; services technologiques de tiers

\*\*\*\*\*

**LE SYSTEME (industriel) VELO TT**

Il faut avant tout définir s'il s'agit du mix dans lequel s'insère le VTT ou seulement du VTT. Nous considérons cette deuxième situation. Les différences ne sont pas très importantes et elles se concentrent surtout sur les composants et les services technologiques de tiers.

Cette fois-ci le SYSTEME incorpore aussi la MP, Matière Première, qui est intéressante pour la EST, mais qui n'est pas nécessaire dans l'ACT, parce que les facteurs B1 la substituent indirectement avec une bonne précision. (Sur l'ACT de l'ONUDI voir note à la fin du travail).

La numération des différents apports extérieurs à l'entreprise, change par rapport au schéma envoyé par fax. La EST montre maintenant que l'unité de production dépend de 7 blocs technologiques très caractéristiques qui, diversement combinés, avec des participations techniques qui diffèrent d'un produit à l'autre et avec plusieurs degrés d'interdépendance entre eux, forment le tissu industriel d'appui qui permet que les produits finaux atteignent perfections, complexités et performances toujours croissantes. Ainsi présenté le système devient plus attractif et précis sans être trop lourd.

Pour ce qui concerne l'unité de production, elle présente maintenant deux facettes de sa structure qui devraient intéresser soit comme ensemble, soit séparément: A) ,les sections ou départements du constructeur d'un certain produit; B) , la dénomination des principales pièces qu'il fabrique chez lui.

Il y aura donc, quelque part dans ton programme, la présentation du SYSTEME PRODUIT en général, comme à la page 1, suivit d'explications, etc.

Pour ce qui concerne le VTT ce sera comme il suit.

## LE SYSTEME VELO TT

En partant de ta très heureuse configuration générale qui montre le VTT dans la zone de la navigation interne, soit directement (dans ce cas il faudrait lui créer son espace) soit indirectement en pointant la mouse, on devrait retrouver l'architecture de la page 1 capable de renseigner à un niveau plus général, le **premier niveau**.

- Avant tout à la place de PRODUIT il apparaît VELO TT;
- Les 7 blocs se présentent en deux couleurs: une pour indiquer que le bloc est considéré, soit il y a de la matière à développer. La couleur pourrait être la même utilisée dans la présentation générale pour signaler les blocs où la navigation est possible.
- Une deuxième couleur pour indiquer le/les blocs qui ne participent pas à la formation du produit.
- Désirant sophistiquer on pourrait utiliser trois nuances de couleur pour indiquer qu'il s'agit d'un petit apport technologique (couleur pâle), d'un apport courant, moyen, (couleur intermédiaire) ou d'un apport important couleur forte), par rapport à l'ensemble du produit.
- Le premier niveau doit montrer aussi les liaisons des 7 blocs entre eux comme indiqué à la page 4.
- Le premier niveau montre également plus de détails sur les 7 blocs, pour mieux saisir, d'une part, la variété et la spécificité des fonctions qui y sont incluses, et d'autre part, faciliter l'entrée au **deuxième niveau**.

Voici maintenant la matière qui concerne le **premier niveau**

### **A - Activités principales et sections de fabrication :**

Sous ce titre on caractérise l'unité de production indiquant les grandes lignes de la structure nécessaire pour fabriquer le produit. La synthèse détache les différentes situations présentes dans l'industrie.

### **B - Pièces principales élaborées par le constructeur :**

Cette ouverture considère la partie du produit qui est élaboré dans l'unité de fabrication, sachant *a priori* que pratiquement aucun produit se fait sans le concours de tiers. L'extension de la liste des parties et des pièces n'est pas exhaustive parce que sont fréquents les produits avec des centaines, milliers et même des dizaines de milliers de pièces. On mentionne donc uniquement les pièces plus représentatives qui composent le produit.

## CONSTRUCTEUR

### LE TISSU INDUSTRIEL DU VELO TT

Matières Premières : on signale les grandes familles de MP, métalliques et non métalliques utilisés par l'unité de production et non par le tissu industriel.

Composants standard : comprennent les pièces normalisées ou peu modifiées par rapport au standard. Il s'agit toujours de monopieces et normes nationales et internationales.

Sous-traitance ; pièces avec know constructeur. Comprend une variété très large de pièces ou petits ensembles exigeant des compétences qui ne correspondent pas à d'importantes spécialités. Le know how de la pièce ou de l'ensemble est de total responsabilité du constructeur.

Composants mis au point entre constructeur et fabricant. Il s'agit toujours d'ensembles avec des fonctions spécifiques, nécessitant l'apport des deux parties pour être défini complètement. Know How croisés mais laboratoire du fournisseur

Composants dont la responsabilité technique et fonctionnelle est du fabricant qui prend à sa charge aussi l'adaptation précise au produit du constructeur qui, pour ce faire, fournit les éléments nécessaires. Important Know How, R&D et laboratoire du fournisseur.

Demi-finis. Comprendent les pièces moulées. en fonte, acier, non ferreux, la micro-fusion, la métal. des poudres, la forge, pièces en composite, céramique, etc. Dessins constructeur et laboratoire. Constructeur et fournisseur.

Equipements auxiliaires de production : matrices et moules pour forge, plastique, fonderie à pression, coquilles, forge à froid, montages, jigs et similaires. Know how croisés mais prédominant le fournisseur spécialisé.

### LE DEUXIEME NIVEAU DU SYSTEME VTT

Le passage entre le premier et le deuxième niveau s'obtient en pointant le mouse sur **CONSTRUCTEUR A** et **B**, offrant, dans ce cas, deux possibilités, ou sur les cases qui correspondent aux 7 spécialités qui forment le tissu industriel, totalisant ainsi 9 blocs d'informations.

L'ouverture de **CONSTRUCTEUR** en **A** et **B** s'impose parce que elle correspond à centres d'intérêt qui sont différents.

Pour A on considère uniquement les activités ayant un contenu technique expressif qui varient selon le produit. L'administration, le marketing, les ventes, etc. sont exclus. Pour B aussi on choisi les situations plus particulières évitant le "détaillisme".

Voici la séquence des 9 ouvertures concernant le vélo TT.

#### **A - CONSTRUCTEUR, activités principales et sections (ou départements) de fabrication.**

- Projet et calcul
- Laboratoire
- Section presses
- Section soudure
- Section roues

- Section usinage
- Section production, divers
- Section de préparation et galvanoplastie
- Section de préparation et peinture
- Section montage, chaîne de montage
- Contrôle de qualité, production maison et composants
- Emballage

### **B - CONSTRUCTEUR, principales pièces élaborées**

- châssis tubulaire
- fourchette avant, mobile
- fourchette arrière, fixe
- guidon
- siège de la fourchette avant
- axe roue avant
- axe roue arrière
- axe de manivelle
- cercles des roues
- centres des roues
- rayons des roues
- fixation des rayons e montages des roues
- équilibrage des roues
- leviers de freinage sur guidon
- levier changement de vitesse
- câbles, préparation des extrémités des câbles
- axe pédalier
- pédalier
- pièces diverses obtenues de l'estampage des tôles
- pièces diverses d'usinage léger automatique
- pièces en plastique
- pièces polies, de polissage
- bains de protection p/ châssis, fourchette, guidon
- pièces chromés
- peinture
- montage et réglage final

### **MATIERES PREMIERES : (du constructeur, sans composants)**

- tubes en acier Cr Mo
- tubes en alliage d'Al, alliage aéronautique
- tôle en acier
- acier en barre
- fils d'acier inoxydable pour rayons
- Al forge
- acier forge (manivelle et support engrenages)
- plastic

### **COMPOSANTS STANDARD:**

- visserie standard
- \_ visserie légèrement modifié
- petits boulons

- écrous
- câbles acier pour freins et dérailleur
- clips
- rondelles
- rivets

#### **SOUS TRAITANCE : PIECES AVEC KNOW HOW CONSTRUCTEUR**

- engrenages
- pignons
- pièces pour guidon
- pièces pour freins

#### **COMPOSANTS MIS AU POINT ENTRE CONSTR. ET FOURNISSEUR**

- selle de cuir
- frein avant, possible aussi (5)
- frein arrière, Possible aussi (5~)

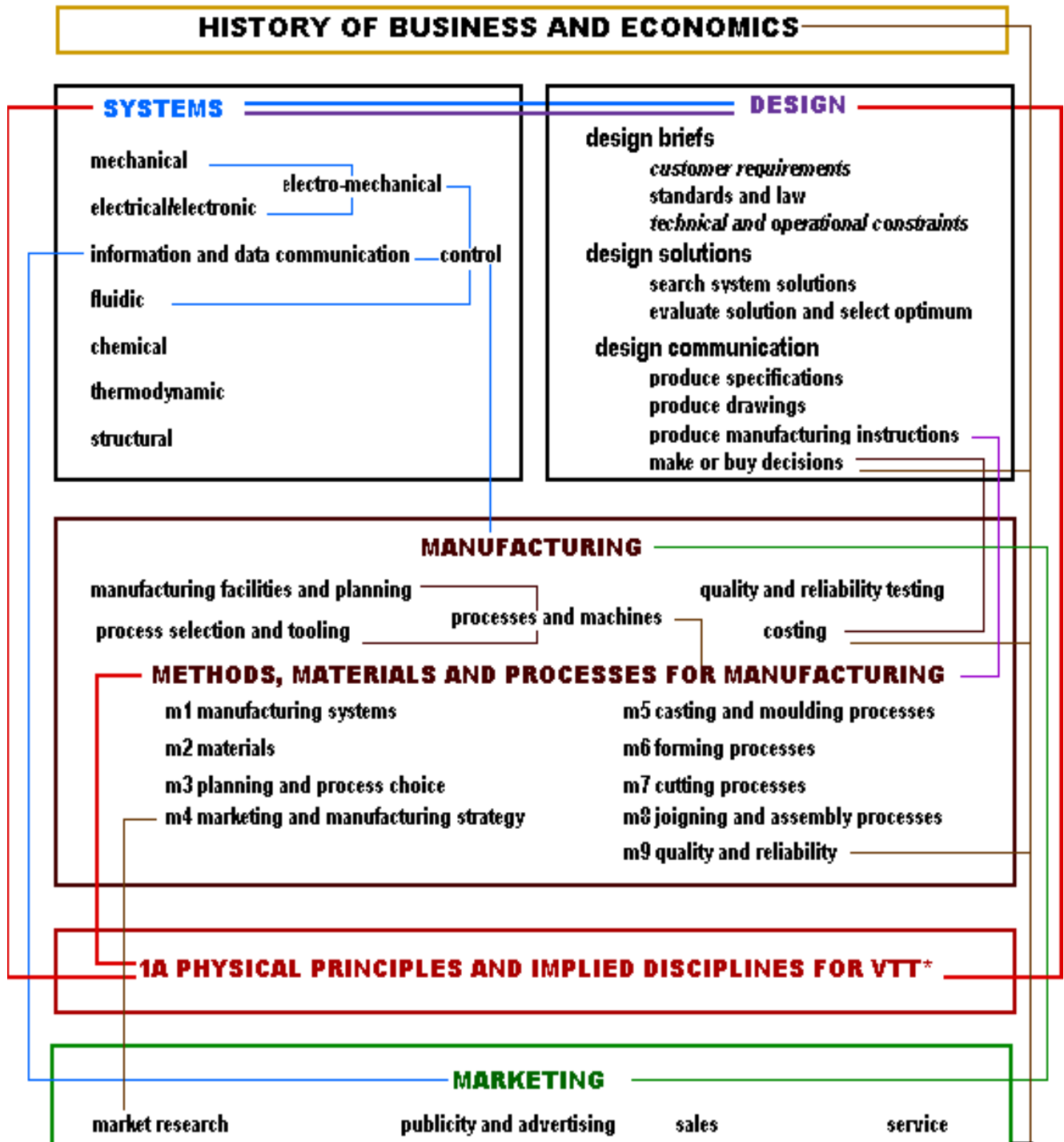
#### **COMPOSANTS DE KNOW HOW ENTIEREMENT FOURNISSEUR**

- roulements à billes
- chaîne articulée de transmission de mouvement
- dérailleur de vitesse complet,
- dérailleur de vitesse partiel, sans engrenages (3)
- pneus pour TT
- chambre a air et soupape
- dynamo et lampe (optionnel)
- réflecteur (optionnel)
- pompe à air (optionnel)

## **ANNEXE 5**

# STRUCTURE OF TECHNOLOGICAL EDUCATION

AUTHOR David TAYLOR



# LEVELS OF TECHNOLOGY TEACHING

The following levels may vary from country to country but can serve as a guide :

## Level 1 - Corresponds to Primary School ages 5 - 11

Possible learning outcomes(added value) :

- a) awareness of technology through simple experiments
- b) ability to build, test and use simple models eg. vehicles, windmills, cranes etc
- c) reinforcement of key skills of literacy and numeracy

### 3B1 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR EFFORT

#### Level 1

#### POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES

#### LEARNING OUTCOMES (added value)

Ride and examine VTT - Measure dimensions - draw and describe VTT

Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing

Rotate chainwheel, measure velocity ratio in all gear ratios and draw graph

Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

#### 3b 2d

#### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Ride and examine VTT - Measure dimensions - draw and describe VTT and explain differences to other bicycles	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Apply forces to suspension systems and measure deflection and response	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### 3b 3d 3B3 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR ROAD

#### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
-------------------------------------	---------------------------------------

Examine VTT and ride safely on road Measure dimensions - draw and describe VTT	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing and road safety
Ride VTT at a range of speeds on the road - measure distance and time and plot graph	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### **3B4 - FATIGABILITE CARDIAQUE - MEASUREMENT OF HUMAN EFFORT**

#### **3b 4d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)**

##### **Level 1**

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Ride VTT - observe changes in heart and breathing rates and write about these	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Ride VTT or Exercise Bicycle and record heart and breathing rates at different speeds and resistances	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### **3B5 - ADAPTION OF BICYCLE FOR SHOCK-ABSORPTION**

#### **3b 5d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)**

##### **Level 1**

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Ride and examine VTT - Describe and draw all features which contribute to shock-absorption	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Apply shock forces to suspension systems and measure deflection and response	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### **3B6 - ADAPTION OF BICYCLE FOR VIBRATION REDUCTION**

### 3b 6d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES (ADDED VALUE)

#### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Ride and examine VTT - Describe and draw all features which contribute to vibration reduction.	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Ride VTT over rough surfaces and measure amount of vibration.	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### 3B7 - MODIFICATION OF HANDLEBARS

#### 3b 7d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)

#### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Examine VTT handlebars - Measure dimensions - draw and describe handlebars	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Apply and measure force on handlebars at different distances from centre to turn fork and wheels	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### 3B8 - FACILITIES FOR ADJUSTMENT

#### 3b 8d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES (ADDED VALUE)

#### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Ride and examine VTT - draw and describe VTT adjustment devices	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Measure range of adjustment of gears, saddle, handlebars etc.	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics,

	mechanics and analysis
--	------------------------

### 3B9 - COMFORT OF SADDLE

#### 3b 9d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)

##### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Ride and examine VTT saddle - Describe and draw all features which contribute to shock-absorption and comfort.	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Apply sudden forces to saddles and measure deflection and response.	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### 3B10 - FLEXIBILITY OF FORKS

#### 3b 10d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)

##### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Examine VTT forks and fork suspension systems - Measure dimensions - draw and describe forks and fork suspension systems	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Apply force to fork and measure deflection	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### 3B11 - QUALITY OF BRAKING

#### 3b 11d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)

##### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Examine VTT brakes and braking system - Measure dimensions - draw and describe	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and

brakes and braking system	writing
Apply force to lever and measure force at rim or disc	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### 3B12 - STOPPING DISTANCE

#### 3b 12d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES (ADDED VALUE)

##### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Examine VTT brakes and braking system - Measure dimensions - draw and describe brakes and braking system	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Ride VTT, apply brakes at different speeds and note stopping distance. Plot graph of speed against distance.	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### 3B13 - MAXIMUM INCLINE(STEEPEST SLOPE)

#### 3b 13d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)

##### Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Ride and examine VTT designed for steep slopes- Measure dimensions - draw and describe VTT	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing
Ride VTT up and down slopes of varying steepness and note gear ratio required uphill and braking and stability downhill	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

### 3B14 - PRECISION GEAR CHANGING

#### 3b 14d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)

Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Examine VTT precision gear changing mechanism - describe and sketch it	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing and road safety
Operate the precision gear changing mechanism of a VTT and note movements of derailleur, chainwheel shifter and chain.	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

**3B15, 16 & 17 - BALANCE, HANDLING AND ACCURACY OF STEERING**

**3b 15, 16 & 17d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES(ADDED VALUE)**

Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Examine VTT and ride safely on road Measure dimensions - draw and describe VTT	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing and road safety
Ride VTT at different speeds round different angles of corner and observe balance, handling and steering	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis

**3B 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24 - DURABILITY - DESIGN AND TESTING OF VTT WHEELS, FRAME, PAINTWORK, FORKS, PEDALS ETC.**

**3b 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24d TEACHING ACTIVITIES AND LEARNING OUTCOMES (ADDED VALUE)**

Level 1

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Ride and examine VTT - Draw and describe features which contribute to durability	Increase in skills and knowledge of numeracy, drawing, comprehension and writing

Do simple tests and observe effects eg. bouncing VTT up and down kerbs, covering with mud etc.	Understand experimental method. Increase in skills of mathematics, mechanics and analysis
--	--

## **Level 2 - Corresponds to Secondary School ages 11-16**

Possible learning outcomes(added value) :

- a) design and build simple artefacts using suitable systems and materials
- b) understand simple relationships between mathematics, science and technology
- c) understand relationships between technology, economics, industry and society
- d) have a good knowledge of the work of technologists and careers in technology

### **3B1 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR EFFORT**

#### **Level 2**

#### **POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES**

#### **LEARNING OUTCOMES (added value)**

Draw and make simple components such as hubs, axles and handlebars

Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques

Analyse design of VTT and identify shapes and materials

Acquire basic knowledge of design and materials

Measure force at pedal and torque on wheel. Derive power required at various speed.

Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles

Obtain information from VTT manufacturers about the industry, product range, sales and careers etc.

Basic understanding of technology in society, history, business and economics

**3b 2d**

#### **Level 2**

<b><u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u></b>	<b><u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u></b>
Draw and make simple components such as hubs, axles and pedals	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT with respect to adaptation to all terrains and identify	Acquire basic knowledge of design and materials

shapes and materials	
Measure response of VTT and examine behaviour of bicycle and suspension system on different slopes and terrains	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about the industry and its history, product range, sales and careers etc.	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### 3B3 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR ROAD

#### Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple components such as hubs, axles and pedals	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT and identify shapes and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Compare rolling resistance of different tyres at different pressures	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about the industry, product range, sales and careers etc.	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### 3B4 - FATIGABILITE CARDIAQUE - MEASUREMENT OF HUMAN EFFORT

#### 3b 4d

#### Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Describe and draw simple human physiology	Acquire drawing/writing skills and knowledge of human physiology

Study methods of measuring human effort	Acquire basic knowledge of design and materials for measuring human effort
Measure human effort such as power, heart rate, breathing rates.	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from Electronics and Measurement companies about their products, training and careers etc.	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### **3B5 - ADAPTION OF BICYCLE FOR SHOCK-ABSORPTION**

3b 5d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple shock absorbing components such as sprung forks etc.	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT with respect to shock-absorption and identify designs and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Measure response of VTT to shock and examine behaviour of bicycle and suspension system at different speeds on different surfaces	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about particular designs to absorb shock and how these designs have evolved	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### **3B6 - ADAPTION OF BICYCLE FOR VIBRATION REDUCTION**

3b 6d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple components	Acquire skills and knowledge of simple

which may reduce vibration eg. springs and dampers.	drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT with respect to vibration reduction and identify designs and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Measure vibration response of VTT and examine behaviour of bicycle and suspension system at different speeds on different surfaces.	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about particular designs to reduce vibration and how these designs have evolved.	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### 3B7 - MODIFICATION OF HANDLEBARS

3b 7d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple handlebars	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT handlebars and identify shapes and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Perform tensile, compressive and bending tests on handlebars	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about handlebar design and evolution	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### 3B8 - FACILITIES FOR ADJUSTMENT

3b 8d

## Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple adjustment components like saddle and handlebar stems	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT with respect to adjustment to different circumstances	Acquire basic knowledge of design and materials
Measure ability of suspension system to adjust to different weights of rider and different surfaces	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about the way adjustment systems are designed, development and produced	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### **3B9 - COMFORT OF SADDLE**

#### 3b 9d

## Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple saddle comfort enhancing devices like springs etc.	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT saddles with respect to shock-absorption/comfort and identify designs and materials.	Acquire basic knowledge of design and materials
Measure response of VTT saddle to shock and examine behaviour of saddle at different speeds on different surfaces with different weights of rider.	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about particular designs of saddle for comfort/shock-absorption and how these designs have evolved	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

## 3B10 - FLEXIBILITY OF FORKS

3b 10d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make fork	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT forks and identify shapes and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Test forks for response to different dynamic loads	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about fork design and evolution	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

## 3B11 - QUALITY OF BRAKING

3b 11d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple brake and braking system	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT brakes/braking systems and identify shapes and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Test braking system for response to different loads and speeds	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about brake design and evolution	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

## 3B12 - STOPPING DISTANCE

3b 12d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple brake and braking system	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT brakes/braking systems and identify shapes and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Test brakes on VTT to establish simple rules for stopping distance	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about braking and stopping distances	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

**3B13 - MAXIMUM INCLINE(STEEPEST SLOPE)**

3b 13d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw components and assemble complete VTT designed for downhill/uphill	Acquire skills and knowledge of simple drawing and assembly techniques
Analyse design of VTT for uphill/downhill and identify shapes and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Derive and measure centre of gravity of VTT and rider going up/down various slopes	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about specific designs of VTT for uphill/downhill	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### 3B14 - PRECISION GEAR CHANGING

3b 14d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple components of a precision gear change mechanism	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT precision gear change mechanism and identify shapes and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Analyse forces required to change gear	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about the design and evolution of the precision gear changing mechanism	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

### 3B15, 16 & 17 - BALANCE, HANDLING AND ACCURACY OF STEERING

3b 15, 16 & 17d

Level 2

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple components such as forks and headset	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT for balance, handling and steering and identify shapes and materials	Acquire basic knowledge of design and materials
Test VTT with different 'trail' angles, wheelbase etc and establish empirical rules for balance, handling & steering	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles

Obtain information from VTT manufacturers about balance, handling and steering .	Basic understanding of technology in society, history, business and economics
--	---

**3B 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24 - DURABILITY - DESIGN AND TESTING OF VTT WHEELS, FRAME, PAINTWORK, FORKS, PEDALS ETC.**

3b 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24d

**Level 2**

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Draw and make simple test equipment such as wheel drop rig, paint scratch test apparatus etc.	Acquire skills and knowledge of simple drawing and manufacturing techniques
Analyse design of VTT with respect durability on all terrains in all conditions	Acquire basic knowledge of design and materials
Measure some aspects of durability eg. strength of frame, shock resistance of wheels etc.	Establishment and derivation of basic underlying scientific laws and mathematical principles
Obtain information from VTT manufacturers about the durability of their products	Basic understanding of technology in society, history, business and economics

**Level 3 - Corresponds to College ages 15 -18**

Possible learning outcomes(added value) :

- a) understand technological and economic systems
- b) design and build simple electro-mechanical products
- c) have a good knowledge and understanding of scientific principles and laws underpinning technology
- d) development of key skills of communication, report writing, information technology and mathematics

### 3B1 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR EFFORT

#### Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES (added value)</u>
Design and make simple VTT frame and build complete VTT with suitable components. Design and perform service and repairs on VTT	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse drive system, motion system and structural system	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for wind and rolling resistance and calculate speed and power	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

#### 3b 2d

#### Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple VTT frame and build complete VTT with suitable components. Design and perform service and repairs on VTT	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse suspension systems with the associated electrical/electronic, micro-processor and control sub-systems	Development of skills of systems analysis

### 3B3 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR ROAD

#### 3b 3d

#### Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple VTT frame and build complete VTT with suitable components for use on road. Design and perform service and repairs on VTT.	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs

Analyse drive system, motion system and supporting system as applied to use on road	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for wind and rolling resistance and calculate speed and power	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### 3B4 - FATIGABILITE CARDIAQUE - MEASUREMENT OF HUMAN EFFORT

3b 4d

Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple equipment for measuring human effort. Design and perform service and repairs on this equipment.	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse systems of human physiology and measurement of human effort	Development of skills of systems analysis
Derive formulae and/or relationships for measures of human effort such as correlation between heart rate and oxygen absorption.	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### 3B5 - ADAPTION OF BICYCLE FOR SHOCK-ABSORPTION

3b 5d

Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple VTT shock absorption/suspension systems.	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse shock absorption/suspension systems with the associated	Development of skills of systems analysis

electrical/electronic, micro-processor and control sub-systems	
--	--

### **3B6 - ADAPTION OF BICYCLE FOR VIBRATION REDUCTION**

3b 6d

Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple VTT vibration reduction systems.	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse vibration reduction systems with the associated electrical/electronic, micro-processor and control sub-systems	Development of skills of systems analysis

### **3B7 - MODIFICATION OF HANDLEBARS**

3b 7d

Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make VTT handlebars	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse system of handlebars and stem	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for calculating handlebar deflection	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### **3B8 - FACILITIES FOR ADJUSTMENT**

3b 8d

### Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple VTT adjustment device like handlebar stem or adjustable suspension. Design and perform service and repairs on this device.	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse suspension adjustment systems with the associated electrical/electronic, micro-processor and control sub-systems	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for simple adjustment control algorithms for suspension system	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### **3B9 - COMFORT OF SADDLE**

#### 3b 9d

### Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple VTT saddles and saddle suspension systems	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse saddle shock-absorption and suspension systems.	Development of skills of systems analysis

### **3B10 - FLEXIBILITY OF FORKS**

#### 3b 10d

### Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make VTT forks	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs

Analyse suspension systems of forks	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for calculating fork deflection and response	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### 3B11 - QUALITY OF BRAKING

3b 11d

Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make VTT brakes and braking systems	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse brakes and braking systems	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for calculating brake deflection and efficiency	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### 3B12 - STOPPING DISTANCE

3b 12d

Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make VTT brakes and braking systems	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse brakes and braking systems	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for calculating minimum stopping distances	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### 3B13 - MAXIMUM INCLINE(STEEPEST SLOPE)

3b 13d

Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple VTT frame for uphill/downhill and build complete VTT with suitable components. Design and perform service and repairs on VTT	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse systems for uphill/downhill eg. drive, motion, braking, suspension, frame	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for maximum uphill and downhill slopes	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### 3B14 - PRECISION GEAR CHANGING

3b 14d

Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make precision VTT gear changing mechanism. Design and perform service and repairs on VTT precision gear changing mechanism.	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse precision gear changing mechanisms	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for calculation of forces required in gear shifting	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### 3B15, 16 & 17 - BALANCE, HANDLING AND ACCURACY OF STEERING

3b 15, 16 & 17d

### Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Design and make simple VTT frame(with emphasis on balance, handling and steering) and build complete VTT with suitable components. Design and perform service and repairs on VTT.	Ability to produce design briefs, design solutions, communicate and make the chosen design. Acquire skills to design and perform services and repairs
Analyse balancing, handling and steering systems	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for balance	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### **3B 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24 - DURABILITY - DESIGN AND TESTING OF VTT WHEELS, FRAME, PAINTWORK, FORKS, PEDALS ETC.**

3b 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24d

### Level 3

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Produce test specifications for a VTT and then carry out the tests	Ability to produce test design briefs, design solutions, communicate and perform the tests.
Analyse all the systems which contribute to the durability of a VTT	Development of skills of systems analysis
Derive formulae for some of the tests eg. deflection of frame under various loading conditions etc.	Further enhancement of scientific, mathematical and IT skills

### **Level 4 - Corresponds to University Undergraduate ages 18-21**

Possible learning outcomes(added value) :

- a) ability to analyse technological and economic systems
- b) design, build and market complex electro-mechanical products

- c) have a full understanding of scientific and mathematical principles and laws underpinning technology
- d) development of research techniques of experimentation, information seeking, analysis and synthesis
- e) a good knowledge and understanding of business, economics, marketing and entrepreneurship

### 3B1 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR EFFORT

#### Level 4

#### POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES

#### LEARNING OUTCOMES (added value)

Fully analyse forces and stresses on all parts of VTT using finite-element and other computer-aided methods

Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.

Laboratory and field testing of VTT to establish stresses, power, speed etc.

Ability to set up, perform and report on tests and experiments

Compare different designs of VTT to establish optimal designs for maximum speed and minimum effort.

Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

#### 3b 2d

#### Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses and system response etc. on all parts of VTT using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT to establish stresses and response to different slopes and terrains etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT to establish optimal designs for adaptation to all terrains.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B3 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR ROAD

3b 3d

Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces and stresses on all parts of VTT using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT to establish stresses, power, speed etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT to establish optimal designs for use on road.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B4 - FATIGABILITE CARDIAQUE - MEASUREMENT OF HUMAN EFFORT

3b 4d

Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse relationships between human physiology, human effort, electronics and data processing and design of VTT	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT with respect to measurement of human effort.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT to establish optimal designs for optimal use of human effort	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B5 - ADAPTION OF BICYCLE FOR SHOCK-ABSORPTION

### 3b 5d

#### Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses and system response etc. on VTT shock absorption/suspension system using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT to measure shock absorbing ability.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of shock absorbing/suspension systems to establish optimal designs for adaptation to all terrains.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B6 - ADAPTION OF BICYCLE FOR VIBRATION REDUCTION

### 3b 6d

#### Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses and system response etc. on VTT vibration reduction system using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT to measure vibration reduction ability.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of vibration reduction systems to establish optimal designs for adaptation to all terrains.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B7 - MODIFICATION OF HANDLEBARS

### 3b 7d

#### Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces and stresses on VTT handlebars using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT handlebars to establish stresses, deflection, vibration etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT handlebars to establish optimal designs for strength/weight ratio etc.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### **3B8 - FACILITIES FOR ADJUSTMENT**

#### Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses and system response etc. on all parts of VTT adjustment devices using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT adjustment devices to establish stresses and response to different slopes, rider weights and terrains etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT adjustment devices to establish optimal designs for adaptation to all terrains and riders.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### **3B9 - COMFORT OF SADDLE**

#### 3b 9d

#### Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses and system response etc. on VTT saddle shock absorption/suspension system using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT saddle to measure shock absorbing ability.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of saddle shock absorbing/suspension systems to establish optimal designs for adaptation to all terrains and riders.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### **3B10 - FLEXIBILITY OF FORKS**

#### 3b 10d

#### Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses and control responses on VTT forks using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, control systems, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT forks to establish stresses, deflection, vibration, response etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT forks to establish optimal designs for strength/weight ratio, speed, shock-absorption etc.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### **3B11 - QUALITY OF BRAKING**

#### 3b 11d

Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses and efficiency on VTT brakes using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, control systems, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT brakes and braking systems to establish stresses, deflection, vibration, stopping efficiency etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT brakes and braking systems to establish optimal designs for strength/weight ratio, stopping efficiency etc.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B12 - STOPPING DISTANCE

3b 12d

Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses and stopping distance when braking a VTT using finite-element and other computer-aided methods. Simulate stopping of VTT on computer.	Fully developed skills of stress analysis, control systems, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT brakes and braking systems to establish stresses, deflection, vibration, stopping distance etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT brakes and braking systems to establish optimal designs for strength/weight ratio, stopping distances etc.	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B13 - MAXIMUM INCLINE(STEEPEST SLOPE)

3b 13d

Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces, stresses, stability, power etc. on a VTT when ascending/descending slopes, using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT on slopes to establish stresses, power, speed, stability, stopping distance etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT to establish optimal designs for uphill and downhill applications	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B14 - PRECISION GEAR CHANGING

3b 14d

Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse forces and stresses on all parts of VTT precision gear changing mechanism using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT gear changing mechanism to find forces etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT precision gear changing mechanisms	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B15, 16 & 17 - BALANCE, HANDLING AND ACCURACY OF STEERING

3b 15, 16 & 17d

Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse balance, handling and steering on VTT using computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT to establish specifications for different properties of balance, handling and steering	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT to establish optimal designs for balance, handling and steering	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

### 3B 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24 - DURABILITY - DESIGN AND TESTING OF VTT WHEELS, FRAME, PAINTWORK, FORKS, PEDALS ETC.

3b 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24d

Level 4

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
Fully analyse all aspects of tests and testing of VTT using finite-element and other computer-aided methods	Fully developed skills of stress analysis, systems analysis etc. and knowledge and application of mathematical analysis and use of algorithms and computer techniques.
Laboratory and field testing of VTT to establish stresses etc. and response to different slopes, terrains, conditions etc.	Ability to set up, perform and report on tests and experiments
Compare different designs of VTT to establish optimal designs for durability	Full development of design skills which integrates complex mathematical and scientific principles

**Level 5 - Corresponds to Postgraduate Studies ages post 21**

Possible learning outcomes(added value) :

- a) full development of research techniques
- b) development of faculty of working unaided and of self-criticism and analysis
- c) knowledge and understanding of current scientific discoveries and technological advances in area being researched
- d) advancement of knowledge and understanding in technology
- e) understanding and use of publishing techniques such as scientific papers, books, CD-ROMs, Internet

**3B1 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR EFFORT**

Level 5

POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES

LEARNING OUTCOMES (added value)

At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for maximisation of speed and minimisation of effort for VTT

Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation

Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field

At Ph.D. level - For a particular aspect of speed/effort eg. frame design - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field

Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field

Full development of writing and publishing skills

3b 2d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for adaptation of VTT for all terrains	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation

	Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of adaptation to all terrains eg. suspension design - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B3 - MODIFICATION OF BICYCLE FOR ROAD

3b 3d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for design of VTT for road use.	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of use on road eg. air and rolling resistance - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B4 - FATIGABILITE CARDIAQUE - MEASUREMENT OF HUMAN EFFORT

3b 4d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for measurement and analysis of human effort on VTT	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of human effort on VTT eg. improvement of aerobic efficiency - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### **3B5 - ADAPTION OF BICYCLE FOR SHOCK-ABSORPTION**

3b 5d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for minimising shock loadings on VTT	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of shock absorption eg. microprocessor control of suspension - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### **3B6 - ADAPTION OF BICYCLE FOR VIBRATION REDUCTION**

3b 6d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for minimising vibration on VTT	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of vibration reduction eg. stiffness of frame - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### **3B7 - MODIFICATION OF HANDLEBARS**

3b 7d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for design and manufacture of VTT handlebars	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For handlebar design/manufacture - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B8 - FACILITIES FOR ADJUSTMENT

3b 8d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for adjustment of VTT for all terrains, conditions and riders	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of adjustment to all terrains, conditions and riders eg. active suspension - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B9 - COMFORT OF SADDLE

3b 9d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for minimising shock loadings and enhancing comfort on VTT saddles.	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of saddle design eg. parallelogram suspension system - do a full literature survey and then research which advances knowledge in this field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

--	--

### 3B10 - FLEXIBILITY OF FORKS

3b 10d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for design and manufacture of VTT forks	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For fork design design/manufacture - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B11 - QUALITY OF BRAKING

3b 11d

Level 5

	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for design and manufacture of VTT brakes and braking systems	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field

At Ph.D. level - For brake and braking system design/manufacture - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills
---	---

### 3B12 - STOPPING DISTANCE

3b 12d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for optimising VTT braking and minimising stopping distances	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For brakes, braking system design/manufacture and stopping distance - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B13 - MAXIMUM INCLINE(STEEPEST SLOPE)

3b 13d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for	Development of the research method and of analysis and synthesis of published

designing and testing VTTs on uphill and downhill slopes	material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of uphill/ downhill use eg. stability - do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B14 - PRECISION GEAR CHANGING

3b 14d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for design of VTT precision gear changing mechanisms.	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For the design and evolution of precision gear mechanisms do a full literature survey and then research which advances the knowledge in that field.	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B15, 16 & 17 - BALANCE, HANDLING AND ACCURACY OF STEERING

3b 15, 16 & 17d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for design of VTT for balance, handling and steering	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - do a full literature survey on balancing, handling and steering - then do research which advances the knowledge in that field.	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field  Full development of writing and publishing skills

### 3B 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24 - DURABILITY - DESIGN AND TESTING OF VTT WHEELS, FRAME, PAINTWORK, FORKS, PEDALS ETC.

3b 18, 19, 20, 21, 22, 23 & 24d

Level 5

<u>POSSIBLE TEACHING ACTIVITIES</u>	<u>LEARNING OUTCOMES(added value)</u>
At M.Sc. level - Literature survey and analysis of all current techniques for assuring the durability of VTTs	Development of the research method and of analysis and synthesis of published material using correct citation  Gaining of up-to-date knowledge and techniques in this particular field
At Ph.D. level - For a particular aspect of durability eg. fatigue resistance of frames, wheels etc. - do a full literature survey	Complete development of methods of research and experimentation to depth in a particular field

and then research which advances the knowledge in that field	Full development of writing and publishing skills
--	---

---