

# ANALYSE DE LA VALEUR ET METHODES DE CREATIVITE (2014)

Document autorisé : Feuille manuscrite recto-verso autorisée

## Deux parties à rédiger séparément

### CHARIOT DE TOUR

L'entreprise Manufacturers Automation Supply Inc., pour laquelle vous travaillez comme ingénieur de conception et de développement, est un leader mondial de la conception et du développement des machines et des mécanismes. Ainsi, dans le cadre d'un projet de conception et de développement des tours, votre tâche est de proposer de nouveaux mécanismes de transmission de puissance pour le **chariot de tour**.

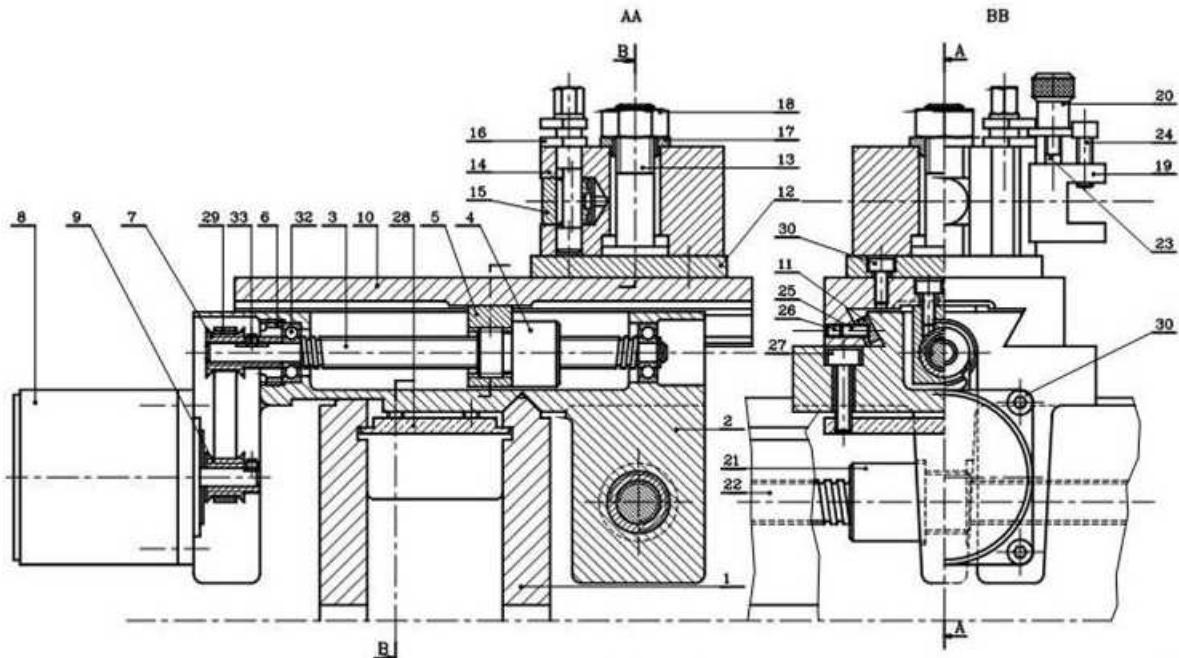


Figure 1 : Mécanismes de transmission de puissance

Le principe de fonctionnement des mécanismes de transmission de puissance pour le **chariot de tour** est mis en évidence par le dessin technique (**Figure 1**).

Le coloriage dans la figure 2 montre les limites de votre étude.

La coupe AA (**Figure 1** et **Figure 2**) montre le principe de transformation d'un mouvement de rotation de l'arbre du **moteur électrique 8** en mouvement de translation transversal de l'ensemble **porte outil (13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24)**. Le porte outil est donc un élément du MILIEU EXTÉRIEUR. Le guidage en mouvement de translation transversal est de type « queue d'aronde » (coupe BB).

Le même principe est utilisé pour le mouvement de translation longitudinal. Le mouvement de rotation, réceptionné par la **vis 22**, est transformé en mouvement de translation longitudinal

du **corps du chariot 2** sur le **bâti 1**. Le guidage entre le **corps du chariot 2** et le **bâti 1** est de type "plan + vé" (coupe AA).

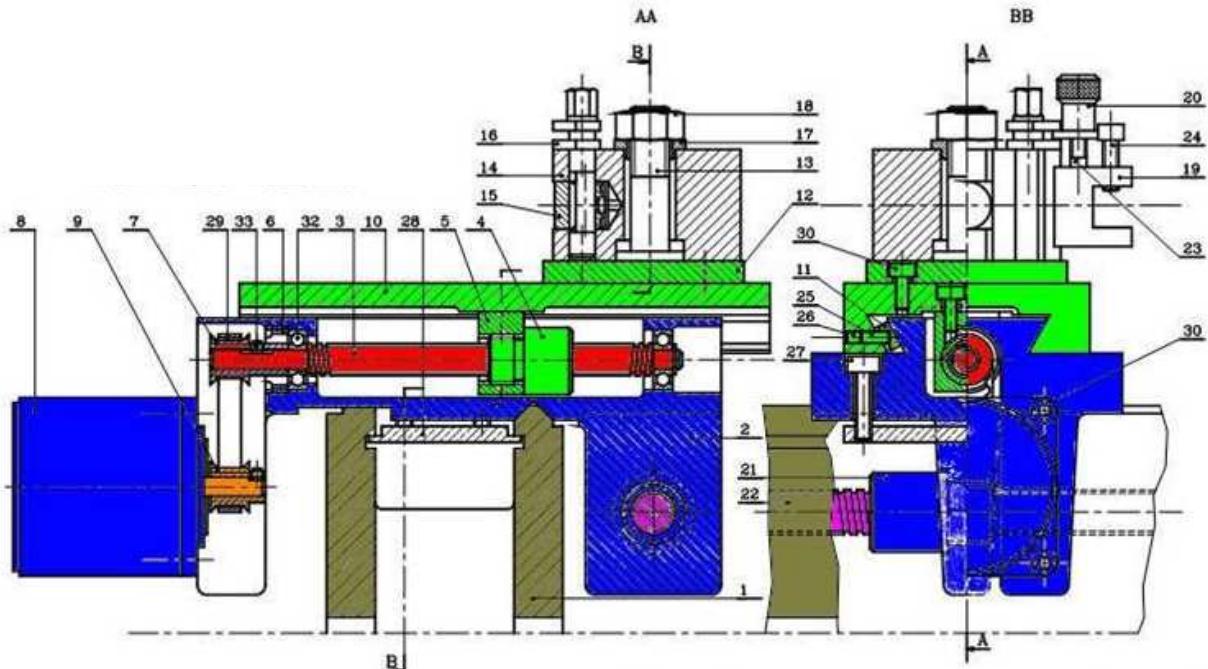


Figure 2 : Limites de l'étude

Ces deux types de guidage par contact direct conviennent lorsque les vitesses de déplacement sont faibles ou modérées.

Votre travail consiste à proposer des solutions pour les mécanismes de transmission de puissance réalisant (a) le mouvement de translation longitudinal et (b) le mouvement de translation transversal, lorsque les **vitesses de déplacement sont grandes**.

## 1 ANALYSE FONCTIONNELLE, ARCHITECTURE, CONCEPT OPTIMAL

(15 POINTS)

### 1.1 Analyse Fonctionnelle externe

1. A partir de l'énoncé du problème, pour le **contexte d'utilisation** et à l'aide de l'outil « Pieuvre », définir les milieux extérieurs de ces deux mécanismes de transmission de puissance.
2. Représenter et exprimer les fonctions principales et les fonctions contraintes pour le **contexte d'utilisation**.

### 1.2 Modélisation structurée des architectures (voir annexe)

1. Représenter l'architecture fonctionnelle de ces deux mécanismes de transmission de puissance.

2. Développer des concepts pour chaque fonction élémentaire. Donner la matrice Fonction élémentaire – Concept élémentaire.

3. Combiner les concepts.

- Proposer plusieurs (minimum 3) concepts globaux de ces deux mécanismes de transmission de puissance.
- Montrer que le concept présenté dans la **Figure 1** est résultat d'une combinaison des concepts élémentaires.

### 1.3 Diagnostic Moyen par le Bloc Diagramme Fonctionnel

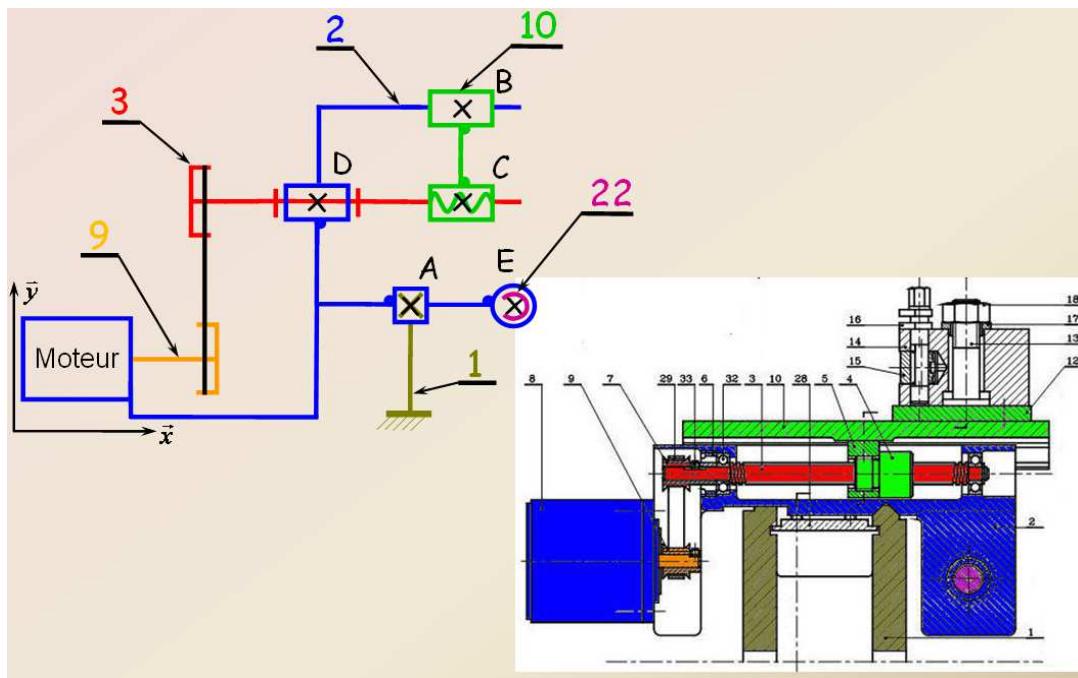


Figure 3 : Schéma cinématique

La figure 3 représente le schéma cinématique (plan) du mécanisme représenté dans les figures 1 et 2. La figure 4 représente des éléments de BDF construit à partir de ce schéma cinématique. **Analyser uniquement le mécanisme de transformation de puissance qui réalise la translation transversal.**

1. Est-ce que le schéma cinématique réalise le juste nécessaire ? Pourquoi ?
2. A partir de ce schéma cinématique, compléter le BDF en mettant en évidence les fonctions élémentaires de contact entre les groupes cinématiques (**Figure 4**).
3. En s'appuyant sur le principe qui assure l'usage minimum de matière, dessiner sur la **Figure 4**, le chemin de chacun des **flux principaux** qui circulent dans ce mécanisme
4. La **Figure 5** représente la chaîne de la transmission de la puissance. Calculer les éléments de la chaîne de transmission de puissance pour :  $P_{moteur}=3000\text{watt}$ ,

rendement poulie-courroie = **0.9** ; rendement vis-écrou = **0.5** ; Pas (vis 3)=**2.5mm/tr** ; vitesse de translation de porte-outils = **5mm/s**. Remplacer les valeurs : *puissance, action mécanique, vitesse* pour tout élément de la chaîne représenté dans la **Figure 5**.

5. Nous proposons d'analyser le groupe cinématique **4** constitué de l'ensemble des pièces **4** et **5** (**l'écrou 4** et **l'écrou 5**). Compléter le zoom (BDF) en mettant en évidence les fonctions élémentaires de contact: a) de **l'écrou 4** et b) de **l'écrou 5** (**Figure 7**).

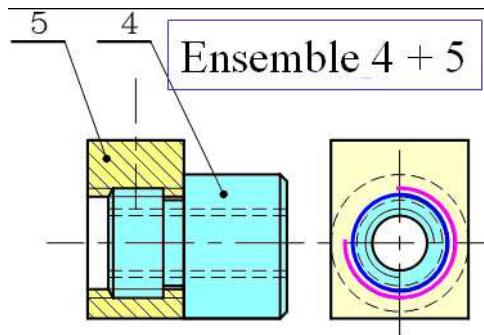


Figure 6 : Encastrement {4, 5}

6. Identifier les **fonctions de conception** passant sur **l'écrou 4** et **l'écrou 5**.
7. Construire le Tableau d'Analyse Fonctionnelle pour **l'écrou 5**.
  - a. Analyser **l'écrou 5** sur le critère : **Forme**. Dessiner, (**Figure 8**), uniquement les surfaces fonctionnelles (Fonctions Elémentaires de Contact) assurant le contact entre **l'écrou 5 et les différentes pièces**.
  - b. Analyser la **vis 3** sur les critères : **Matière (Nature et Quantité)**. Proposer une solution idéale de **l'écrou 5** dans son dessin (**Figure 8**). Représenter les Fonctions Elémentaires de Flux.
  - c. En s'appuyant sur ces deux analyses, construire le Tableau d'Analyse Fonctionnelle complet. Le coût de **l'écrou 5** est 100 Unités.
  - d. Calculer le rendement de conception de **l'écrou 5**.

## 2 TRIZ (*voir annexe*)

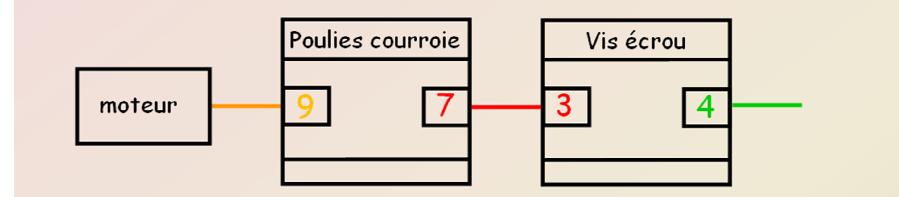
(5 POINTS)

1. Expliquer ce qu'est une contradiction technique.
2. On rappelle qu'une des spécifications client est la recherche de solution lorsque les **vitesses de déplacement sont grandes**. Proposer des contradictions techniques qui correspondent à ce problème. Proposer des solutions technologiques.
3. Expliquer ce qu'est une contradiction physique. Exprimer sous forme de contradiction physique le problème **vitesses de déplacement**. Proposer des solutions technologiques.

4. Quels sont les outils de TRIZ pour résoudre cette contradiction physique ?
5. Exprimer sous forme d'une phrase, la résolution de la contradiction physique en utilisant le principe de séparation dans l'espace.

Energie  
électrique

Porte outils



**Figure 4 :** BDF du mécanisme transversal

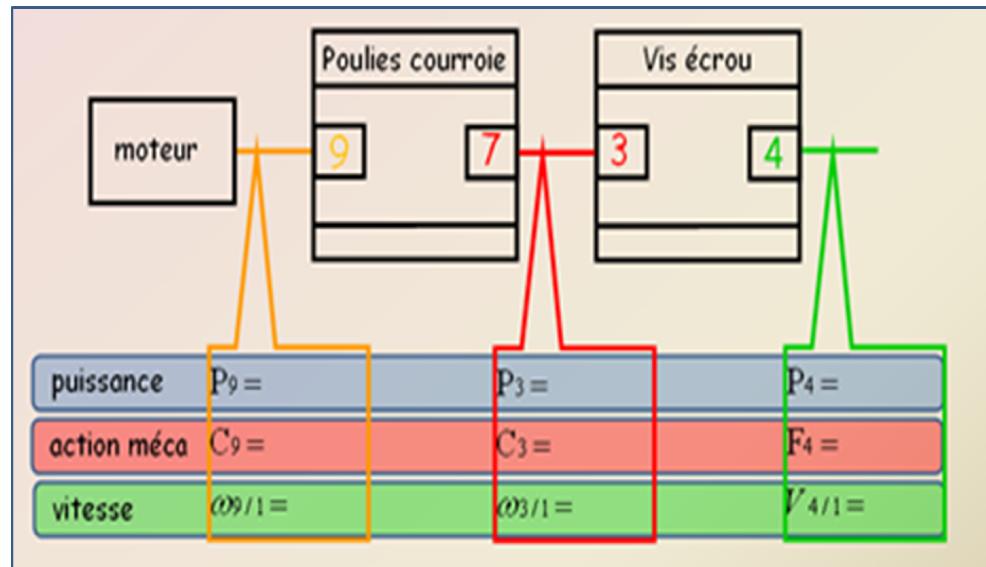
Nom :

Prénom :

Signature :

**Attention : Feuille à rendre partie 1**

Energie  
électrique



**Figure 5 :** Calcul de la chaîne de puissance

Nom :

Prénom :

Signature :

**Attention : Feuille à rendre partie 1**



**Figure 7** : Zoom (BDF) sur l'ensemble des pièces 4 et 5

Nom :

Prénom :

Signature :

**Attention : Feuille à rendre partie 1**

**Figure 8** : Dessin de l'écrou 5

Nom :

Prénom :

Signature :

**Attention : Feuille à rendre partie 1**

## 1. Annexe

Class (Primary)	Secondary	Tertiary	Correspondents
Material	Human		Hand, foot, head
	Gas		Homogeneous
	Liquid		Incompressible, compressible, homogeneous
	Solid	Object Particulate Composite	Rigid-body, elastic-body, widget
	Plasma		
	Mixture	Gas-gas Liquid-liquid Solid-solid Solid-liquid Liquid-gas Solid-gas Solid-liquid-gas	Aggregate
		Colloidal	Aerosol
	Signal	Auditory	Tone, word
		Olfactory	
		Tactile	Temperature, pressure, roughness
		Taste	
		Visual	Position, displacement
		Analog Discrete	Oscillatory Binary
Energy	Human		
	Acoustic		
	Biological		
	Chemical		
	Electrical		
	Electromagnetic	Optical Solar	
	Hydraulic		
	Magnetic		
	Mechanical	Rotational Translational	
	Pneumatic		
	Radioactive/Nuclear		
	Thermal		

Class (Primary)	Secondary	Tertiary	Correspondents
Branch	Separate	Divide Extract Remove	Isolate, sever, disjoin Detach, <i>isolate</i> , release, sort, split, disconnect, subtract Refine, filter, purify, percolate, strain, <i>clear</i> Cut, drill, lathe, polish, sand
	Distribute Import Export Transfer	Transport Transmit Guide	Diffuse, dispel, disperse, dissipate, diverge, scatter Form entrance, <i>allow</i> , input, <i>capture</i> Dispose, eject, <i>emit</i> , empty, <i>remove</i> , destroy, eliminate Carry, deliver
			Advance, lift, move Conduct, convey
			Direct, shift, steer, straighten, switch Move, relocate Rotate Allow DOF
	Couple	Join Link	Associate, connect Assemble, fasten Attach
	Mix Actuate Regulate	Increase Decrease	Add, blend, coalesce, combine, pack Enable, initiate, start, turn-on Control, equalize, limit, maintain
			Allow, open Close, delay, interrupt
			Adjust, modulate, <i>clear</i> , demodulate, invert, normalize, rectify, reset, scale, vary, modify
Magnitude	Change	Increment Decrement Shape Condition	Amplify, enhance, magnify, multiply Attenuate, dampen, reduce Compact, compress, crush, pierce, deform, form Prepare, adapt, treat
	Stop	Prevent Inhibit	End, halt, pause, interrupt, restrain Disable, turn-off
			Shield, insulate, protect, resist
	Convert		Condense, create, decode, differentiate, digitize, encode, evaporate, generate, integrate, liquefy, <i>process</i> , solidify, transform
	Provision	Contain Collect	Accumulate <i>Capture</i> , enclose Absorb, consume, fill, reserve
			Provide, replenish, retrieve
	Signal	Sense	Feel, determine Discern, perceive, recognize Identify, <i>locate</i>
		Indicate	Announce, show, denote, record, register
			Mark, time <i>Emit</i> , expose, select
		Display	Compare, calculate, check Steady <i>Constrain</i> , hold, place, fix Align, <i>locate</i> , orient
Support	Process		
	Stabilize		
	Secure		
	Position		

	Désignation	Ref 1	Ref 1 (détails)
1	Masse d'un objet mobile	Weight of moving object	The mass of the object, in a gravitational field. The force that the body exerts on its support or suspension.
2	Masse d'un objet fixe	Weight of stationary object	The mass of the object, in a gravitational field. The force that the body exerts on its support or suspension, or on the surface on which it rests.
3	Longueur d'un objet mobile	Length of moving object	Any one linear dimension, not necessarily the longest, is considered a length.
4	Longueur d'un objet fixe	Length of stationary object	Same.
5	Aire d'un objet mobile	Area of moving object	A geometrical characteristic described by the part of a plane enclosed by a line. The part of a surface occupied by the object. OR the square measure of the surface, either internal or external, of an object.
6	Aire d'un objet fixe	Area of stationary object	Same
7	Volume d'un objet mobile	Volume of moving object	The cubic measure of space occupied by the object. Length x width x height for a rectangular object, height x area for a cylinder, etc.
8	Volume d'un objet fixe	Volume of stationary object	Same
9	Vitesse	Speed	The velocity of an object; the rate of a process or action in time.
10	Force	Force	Force measures the interaction between systems. In Newtonian physics, force =mass X acceleration. In TRIZ, force is any interaction that is intended to change an object's condition.
11	Contrainte ou pression	Stress or pressure	Force per unit area. Also, tension.
12	Forme	Shape	The external contours, appearance of a system.

13	Stabilité de la composition de l'objet	Stability of the object's composition	The wholeness or integrity of the system; the relationship of the system's constituent elements. Wear, chemical decomposition, and disassembly are all decreases in stability. Increasing entropy is decreasing stability.
14	Résistance	Strength	The extent to which the object is able to resist changing in response to force. Resistance to breaking .
15	Durée de l'action d'un objet mobile	Duration of action by a moving object	The time that the object can perform the action. Service life. Mean time between failure is a measure of the duration of action. Also, durability.
16	Durée de l'action d'un objet fixe	Duration of action by a stationary Object	Same.
17	Température	Temperature	The thermal condition of the object or system. Loosely includes other thermal parameters, such as heat capacity, that affect the rate of change of temperature.
18	Brillance	Illumination intensity	Light flux per unit area, also any other illumination characteristics of the system such as brightness, light quality, etc..
19	Utilisation d'énergie par un objet mobile	Use of energy by moving object	The measure of the object's capacity for doing work. In classical mechanics, Energy is the product of force times distance. This includes the use of energy provided by the super-system (such as electrical energy or heat.) Energy required to do a particular job.
20	Utilisation d'énergie par un objet fixe	Use of energy by stationary object	same
21	Puissance	Power	The time rate at which work is performed. The rate of use of energy.
22	Perte d'énergie	Loss of Energy	Use of energy that does not contribute to the job being done. See 19. Reducing the loss of energy sometimes requires different techniques from improving the use of energy, which is why this is a separate category.

23	Perte de substance	Loss of substance	Partial or complete, permanent or temporary, loss of some of a system's materials, substances, parts, or subsystems.
24	Perte d'information	Loss of Information	Partial or complete, permanent or temporary, loss of data or access to data in or by a system. Frequently includes sensory data such as aroma, texture, etc.
25	Perte de temps	Loss of Time	Time is the duration of an activity. Improving the loss of time means reducing the time taken for the activity. "Cycle time reduction" is a common term.
26	Quantité de substance	Quantity of substance/the matter	The number or amount of a system's materials, substances, parts or subsystems which might be changed fully or partially, permanently or temporarily.
27	Fiabilité	Reliability	A system's ability to perform its intended functions in predictable ways and conditions.
28	Précision de la mesure	Measurement accuracy	The closeness of the measured value to the actual value of a property of a system. Reducing the error in a measurement increases the accuracy of the measurement.
29	Précision de la fabrication (manufacturing)	Manufacturing precision	The extent to which the actual characteristics of the system or object match the specified or required characteristics.
30	Facteurs néfastes agissant sur l'objet	External harm affects the object	Susceptibility of a system to externally generated (harmful) effects.
31	Facteurs néfastes générés par l'objet	Object-generated harmful factors	A harmful effect is one that reduces the efficiency or quality of the functioning of the object or system. These harmful effects are generated by the object or system, as part of its operation.
32	"Usinabilité" –facilité de fabrication (ease of manufacturing)	Ease of manufacture	The degree of facility, comfort or effortlessness in manufacturing or fabricating the object/system.

33	Facilité d'utilisation	Ease of operation	Simplicity: The process is NOT easy if it requires a large number of people, large number of steps in the operation, needs special tools, etc. "Hard" processes have low yield and "easy" process have high yield; they are easy to do right.
34	Facilité de réparation	Ease of repair	Quality characteristics such as convenience, comfort, simplicity, and time to repair faults, failures, or defects in a system.
35	Adaptabilité	Adaptability or versatility	The extent to which a system/object positively responds to external changes. Also, a system that can be used in multiple ways for under a variety of circumstances.
36	Complexité du produit	Device complexity	The number and diversity of elements and element interrelationships within a system. The user may be an element of the system that increases the complexity. The difficulty of mastering the system is a measure of its complexity.
37	Difficulté de mesure / détection	Difficulty of detecting and measuring	Measuring or monitoring systems that are complex, costly, require much time and labor to set up and use, or that have complex relationships between components or components that interfere with each other all demonstrate "difficulty of detecting and measuring." Increasing cost of measuring to a satisfactory error is also a sign of increased difficulty of measuring.
38	Degré d'automatisation	Extent of automation	The extent to which a system or object performs its functions without human interface. The lowest level of automation is the use of a manually operated tool. For intermediate levels, humans program the tool, observe its operation, and interrupt or re-program as needed. For the highest level, the machine senses the operation needed, programs itself, and monitors its own operations.
39	Productivité	Productivity	The number of functions or operations performed by a system per unit time. The time for a unit function or operation. The output per unit time, or the cost per unit output.

