Livret de révision de Sciences Industrielles de l'Ingénieur

Pour bien démarrer la rentrée, il faudra consacrer au moins 2 journées au travail défini dans ce livret.

Les sciences de l'ingénieur sont la poursuite des enseignements transversaux et de spécialité suivis en STI2D et sont une nouvelle matière pour les étudiants de STL. Toutes les technologies seront abordées sous un aspect plus calculatoire qu'en terminale. C'est pourquoi l'essentiel de vos révisions d'été consisteront à améliorer votre maitrise calculatoire.

Certains prérequis (de collège et de lycée) de mathématiques concernant les vecteurs font généralement défauts aux étudiants. Nous avons préparé des révisions sur ce thème.

Enfin l'utilisation du logiciel de dessin en 3D pose problème à beaucoup d'étudiants et nous aurons peu de temps à consacrer à ce logiciel. Aussi il est conseillé d'installer **Solidworks** sur votre ordinateur (cela vous servira éventuellement pour votre projet) afin de vous familiariser avec ce logiciel.

Si vous avez des difficultés n'hésitez pas à contacter par mail l'équipe pédagogique de S2I de TSI :

christophe.greze@ac-nice.fr
damien.guigues@ac-nice.fr

Sommaire

1 Solidworks : logiciel de conception 3D

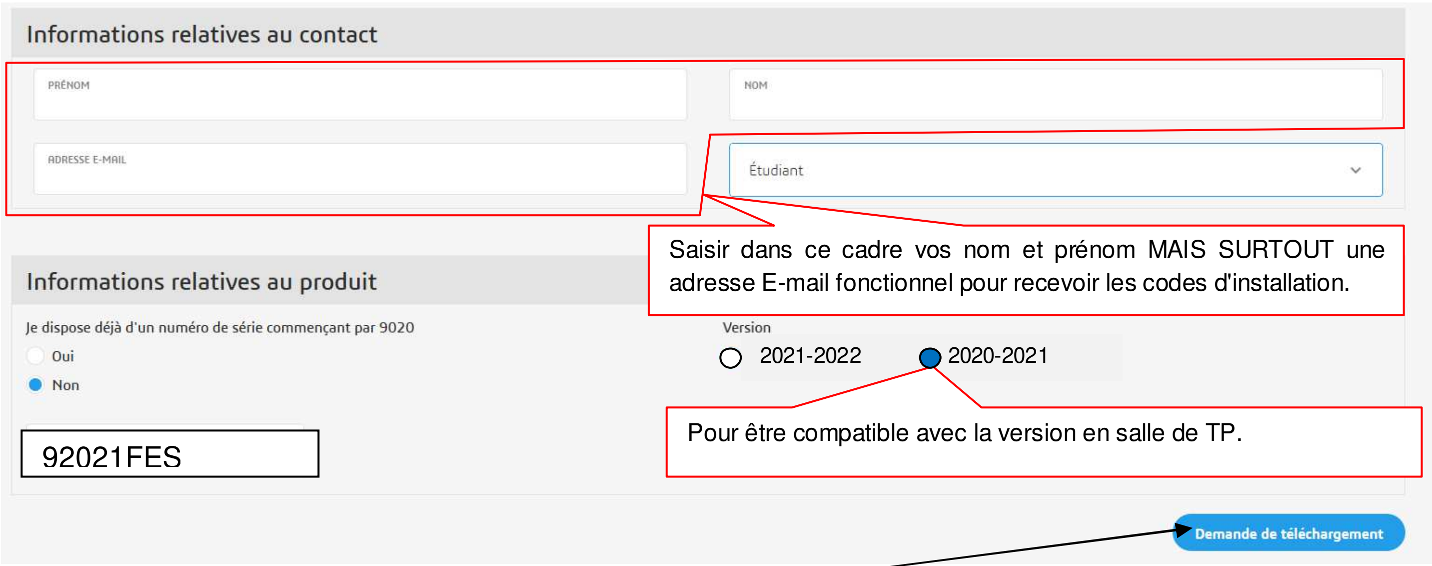
Il serait bon de démarrer l'année en connaissant les fonctions de base de **Solidworks** car les séances consacrées à ce logiciel seront réduites et le logiciel est assez complexe.

Si vous ne pouvez pas installer **Solidworks** (ordinateur non Windows, place insuffisante sur le disque ou débit internet trop réduit) alors vous pourrez remplacer cette activité par des activités du même type sur le logiciel en ligne **Onshape** (charge à vous de trouver les tutoriels correspondants) et le logiciel de simulation **Simscale**.

Installation complète de Solidworks : 10 Go (un peu moins de la moitié lors du téléchargement)

1.1 Installation (compter 3h avec le téléchargement)

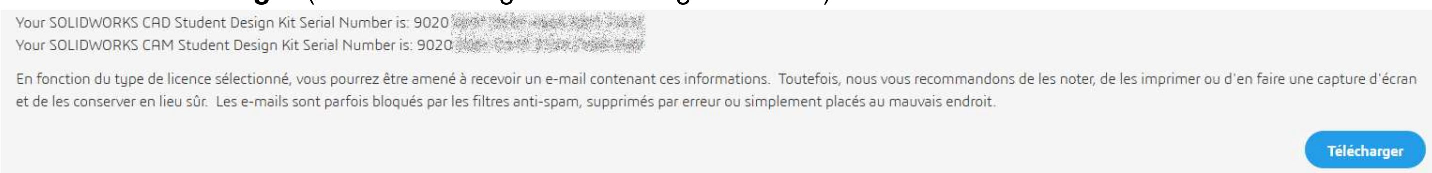
1) Télécharger et installer la version élève mot clé **Solidworks SDK** (je vous communiquerai par mail le nouveau code dès celui-ci sera en ma possession) : http://www.solidworks.fr/sw/education/SDL_form.html



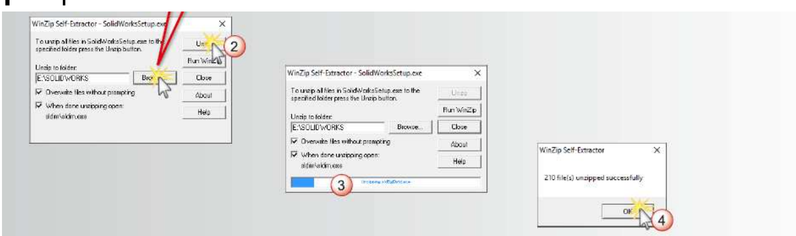
(cliquer sur demande de téléchargement en bas à droite)

2) Puis 

3) Relever (copier-coller ou capture d'écran) les numéros de série qui apparaissent alors puis cliquer sur **Télécharger** (ce 1er téléchargement est léger : 30 Mo) :



4) Ouvrir le dossier de téléchargement de votre navigateur internet (icône sur FireFox) puis double-cliquer sur le fichier téléchargé **SolidworksSetup.exe**), choisir un emplacement ayant au moins 10 Go d'espace de stockage, cliquer sur **Unzip** et puis sur **OK.**



5) choisir **installation individuelle** puis **Suivant**

6) Saisir les numéros de série des logiciels **Solidworks** et **CAM** (numéro précédemment notés ou reçu par mail dans le meilleur des cas), cocher la case **"J'accepte les termes de Solidworks"** et cliquer sur **Télécharger et installer**.

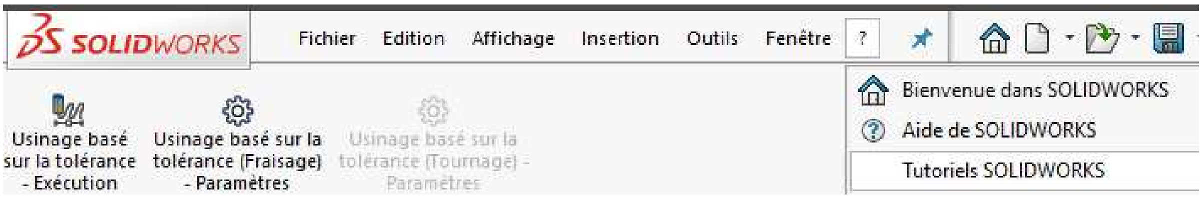
7) Pendant le téléchargement (qui va durer pas mal de temps) vous pouvez travailler sur les rappels mathématiques.

8) Aller jusqu'au bout de l'installation en remplissant au mieux les différentes informations demandées (pas obligatoire de participer à l'amélioration du logiciel mais il convient de valider la licence par internet, lors du 1er lancement par l'icône **Solidworks** présent sur le bureau, car cela permet d'en disposer pour 1 an).

9) Pendant que vous êtes dans les installations http://atemi.pagesperso-orange.fr/ puis "**téléchargement** " version v19.

1.2 Prise en main du logiciel (prévoir 3h à 5h)

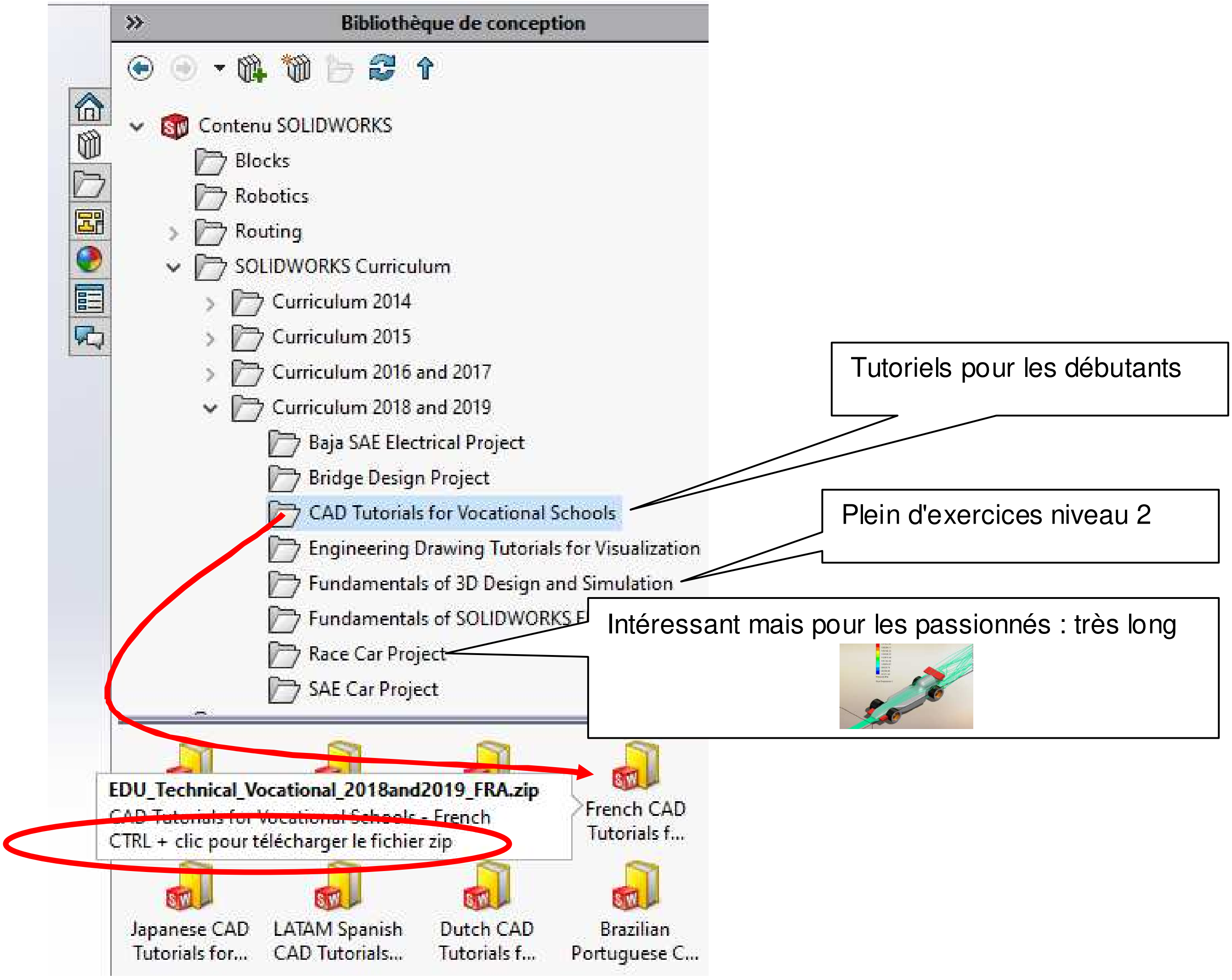
10) Lancer **Solidworks** puis dans le menu du haut choisir **?** puis **Tutoriels SOLIDWORKS**



11) Suivre dans l'ordre les tutoriels **Pour commencer** suivants:

12) Une fois la prise en main effectuée, vous pourrez :

- tenter de modéliser le système de votre choix en commençant par des formes simples : architecture simple, Smartphone …
- utiliser d'autres tutoriels : cliquer sur l'icône sur la barre à droite pour accéder à la bibliothèque **SOLIDWORKS Curriculum** (pour télécharger cliquer en bas avec touche **ctrl** du clavier appuyée)



13) Enfin d'autres **tutoriels SOLIDWORKS** intéressants sont dans **Evaluation de conception** (cette version standard de **Solidworks** est limitée et seules quelques simulations sont disponibles) :

2 Rappels mathématiques (2h)

2.1 Définition

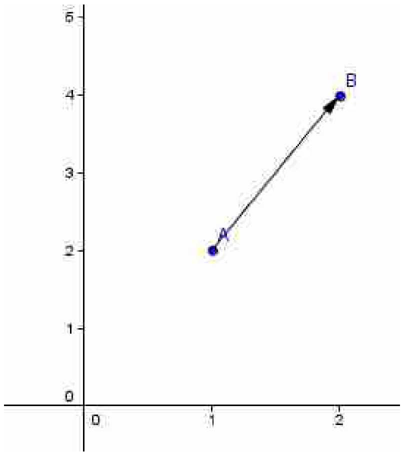
Un vecteur est un segment orienté.

<u>Explications</u> :

Un vecteur peut être représenté sous forme de flèche.

Le début de la flèche représente le point de départ.

La pointe représente le point d'arrivée.



Considérons un vecteur qui part du point A(1;2) et qui se termine au point B(2;4)

Nous avons un point A(1;2), un point B(2;4) et un vecteur que l'on note $\overrightarrow{AB}$ (un vecteur se note avec une flèche au-dessus <u>toujours vers la droite</u>)

2.2 Propriétés d'un vecteur

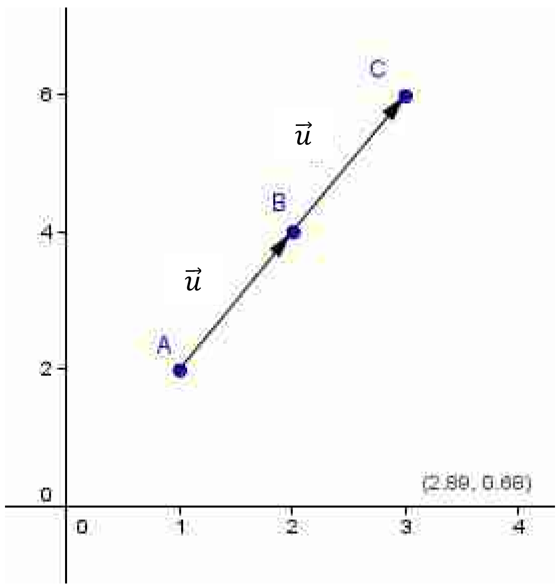
Un vecteur n'a pas de position définie, dans un repère.

En prenant pour point de départ le point B et en prenant le même vecteur, nous obtenons un point C (voir figure).

Pour chaque point de départ M, on obtient un point d'arrivée unique M' tel que les segments orientés de A vers B et de M vers M' aient la même direction, le même sens et la même longueur.

Nous pouvons désigner un vecteur par une seule lettre par exemple $\vec{u}$ ou $\vec{v}$ ou $\vec{x}$ etc.

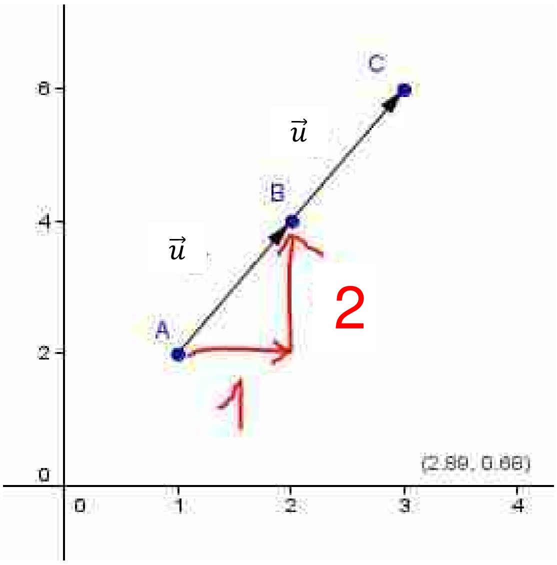
On obtient donc :



Ici, nous voyons que c'est le même vecteur $\vec{u}$ qui transforme A en B, et B en C.

Un vecteur est donc un déplacement du point de départ, vers un point d'arrivée, en suivant 3 paramètres :

- La longueur de la flèche
- L'angle de la flèche
- Le sens de la flèche



Le sens sert à savoir si le vecteur part de A vers B ou B vers A.

On note un vecteur $\vec{u}$ (déplacement en x ; déplacement en y)

Dans ce cas, $\vec{u}$(1 ; 2)

2.3 Somme de vecteurs

Pour additionner le vecteur $\vec{a}$(11;-3) avec le vecteur $\vec{b}$ (-7;2), on ajoute les abscisses d'une part et les ordonnées d'autre part

$\vec{a}+\vec{b}$ = (11+(-7);-3+2) = (11-7;-3+2) = (4;-1)

2.4 Différence de vecteurs

Pour calculer la différence du vecteur $\vec{a}$ (11;-3) et de $\vec{b}$ (-7;2), on soustrait les abscisses d'une part et les ordonnées d'autre part:

$\vec{a}$-$\vec{b}$ (11;-3)-(-7;2)=((11)-(-7);(-3)-(2))=(11+7;-3-2)=(18; -5)

2.5 Relation de Chasles

La relation de Chasles : quels que soient les points A, B et C : $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC}$

Et si mon calcul contient plus de 2 membres ?

Pas de problème, appliquez la même méthode 🙂

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DE} = \overrightarrow{AE}$$

Ici, on peut supprimer les 'B', les 'C', et les 'D'.

On obtient donc $\overrightarrow{AE}$

💡Si tous les termes se suppriment eux-mêmes (par exemple $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DA}$), alors on obtient le vecteur nul : noté $\vec{0}$.

Exercice 1 : relation de Chasles

Faire la somme vectorielle ou répondre "on ne peut pas appliquer la relation de Chasles" selon les cas.

a) $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} =$

b) $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{AC} =$

c) $\overrightarrow{CO} + \overrightarrow{OA} =$

d) $\overrightarrow{CO} + \overrightarrow{AC} =$

e) $\overrightarrow{AF} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA} =$

f) $\overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CE} =$

g) $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BE} =$

h) $\overrightarrow{DV} + \overrightarrow{VH} =$

i) $\overrightarrow{CO} + \overrightarrow{CD} =$

j) $\overrightarrow{FR} + \overrightarrow{TR} =$

Correction :

a) $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BC} =$ ~~on ne peut pas appliquer la relation de Chasles~~ ✗ vecteur $\overrightarrow{AC}$

b) $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{AC} =$ on ne peut pas appliquer la relation de Chasles ✓

c) $\overrightarrow{CO}+\overrightarrow{OA} =$ ~~on ne peut pas appliquer la relation de Chasles~~ ✗ vecteur $\overrightarrow{CA}$

d) $\overrightarrow{CO}+\overrightarrow{AC} =$ ~~on ne peut pas appliquer la relation de Chasles~~ ✗ vecteur $\overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CO} = \overrightarrow{AO}$

e) $\overrightarrow{AF}+\overrightarrow{BC}+\overrightarrow{CA} =$ ~~on ne peut pas appliquer la relation de Chasles~~ ✗ $\overrightarrow{BA} + \overrightarrow{AF} = \overrightarrow{BF}$

f) $\overrightarrow{AC}+\overrightarrow{CE} =$ ~~on ne peut pas appliquer la relation de Chasles~~ ✗ vecteur $\overrightarrow{AE}$

g) $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BE} =$ ~~on ne peut pas appliquer la relation de Chasles~~ ✗ vecteur $\overrightarrow{AE}$

h) $\overrightarrow{DV}+\overrightarrow{VH} =$ ~~on ne peut pas appliquer la relation de Chasles~~ ✗ vecteur $\overrightarrow{DH}$

i) $\overrightarrow{CO}+\overrightarrow{CD} =$ on ne peut pas appliquer la relation de Chasles ✓

j) $\overrightarrow{FR}+\overrightarrow{TR} =$ on ne peut pas appliquer la relation de Chasles ✓

Exercice 2 : Relation de Chasles encore

1. Simplifier : $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ =

2. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{AB}$ (0;0), $\overrightarrow{BC}$ (0;1) et $\overrightarrow{CD}$ (1;3). forme : $\overrightarrow{XX}$(X;X) :

3. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{AB}$ (0;1), $\overrightarrow{BC}$ (9;1) et $\overrightarrow{CD}$ (1;5). forme : $\overrightarrow{XX}$ (XX;X) :

4. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{AB}$ (5;5), $\overrightarrow{BC}$ (5;5) et $\overrightarrow{CD}$ (5;5). forme : $\overrightarrow{XX}$ (XX;XX) :

5. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{BA}$ (5;5), $\overrightarrow{BC}$ (5;5) et $\overrightarrow{CD}$ (5;5). forme : $\overrightarrow{XX}$ (XX;XX) :

6. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{BA}$ (5;5), $\overrightarrow{CB}$ (5;5) et $\overrightarrow{CD}$ (5;5). forme : $\overrightarrow{XX}$ (XX;XX) :

7. Comment note-t-on le vecteur nul ?

8. Un vecteur peut-il définir une translation (déplacement) dans le plan ? (oui/non)

Correction :

1. Simplifier : $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} = \overrightarrow{AD}$

On peut supprimer les 2 "B" et les 2 "C", ce qui nous laisse le A et le D. On obtient donc le vecteur $\overrightarrow{AD}$.

2. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{AB}$(0;0), $\overrightarrow{BC}$(0;1) et $\overrightarrow{CD}$(1;3). forme: $\overrightarrow{XX}$(X;X) $\overrightarrow{AD}$(1;4)

3. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{AB}$ (0;1), $\overrightarrow{BC}$((9;1) et $\overrightarrow{CD}$ (1;5). forme: $\overrightarrow{XX}$ (XX;X) $\overrightarrow{AD}$ (10;7)

4. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$sachant que $\overrightarrow{AB}$ (5;5), $\overrightarrow{BC}$((5;5) et $\overrightarrow{CD}$ (5;5). forme: $\overrightarrow{XX}$ (XX;XX) $\overrightarrow{AD}$ (15;15)

5. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{BA}$ (5;5), $\overrightarrow{BC}$ (5;5) et $\overrightarrow{CD}$ (5;5). forme: $\overrightarrow{XX}$ (XX;XX) $\overrightarrow{AD} = (5,5)$ car $\overrightarrow{AB}$ (-5;-5)=$-\overrightarrow{BA}$ =(5;5)

6. Calculer $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$ sachant que $\overrightarrow{BA}$ (5;5), $\overrightarrow{CB}$ (5;5) et $\overrightarrow{CD}$ (5;5). forme: $\overrightarrow{XX}$ (XX;XX) $\overrightarrow{AD} = (-5,-5)$

7. Comment note-t-on le vecteur nul? $\vec{0}$

8. Un vecteur peut-il définir une translation (déplacement) dans le plan ? (oui/non) oui, pour une translation, les images déplacées de tous les points peuvent être obtenues à l'aide du même vecteur

Exercice 3 : Coordonnées d'un vecteur

On donnera les coordonnées des vecteurs sous la forme (x;y) sans espace, x et y étant séparés par un point-virgule

Dans un repère orthonormé, on donne les points A(-2 ; 1), B(3 ; 5) et C(6 ; 8)

a) Le vecteur $\overrightarrow{AB}$ a pour coordonnées :…

b) Le vecteur $\overrightarrow{AC}$ a pour coordonnées :…

c) Les coordonnées des vecteurs $\overrightarrow{AB}$ et $\overrightarrow{AC}$ sont-elles proportionnelles ?

d) Les points A, B et C sont-ils alignés ?

Soit le point D(- 4 ; 0)

e) Les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{DC}$ sont :…

f) Les droites (AB) et (DC) sont-elles parallèles ?

g) Le quadrilatère ABCD est -il un parallélogramme ?

h) Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ?

Correction :

a) Le vecteur $\overrightarrow{AB}$ a pour coordonnées (5 ; 4) car xB - xA = 3 + 2 et yB - yA = 5 – 1.

b) Le vecteur $\overrightarrow{AC}$ a pour coordonnées (8 ; 7) car xC - xA = 6 + 2 et yC - yA = 8 – 1.

c) Les coordonnées des vecteurs sont-elles proportionnelles ? non car 5/8 différent de 4/7.

d) Les points A, B et C sont-ils alignés ? non car les vecteurs $\overrightarrow{AB}$ et $\overrightarrow{AC}$ ne sont pas colinéaires.

e) Les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{DC}$ sont (10 ; 8) car xC - xD = 6 + 4 et yC - yD = 8

et on a $\overrightarrow{DC} = 2.\overrightarrow{AB}$ car xC - xD = 10 = 2(xB - xA) ET yC - yD = 8 = 2(yB - yA)

f) Les droites (AB) et (DC) sont-elles parallèles ? oui car les vecteurs sont colinéaires.

g) Le quadrilatère ABCD est -il un parallélogramme ? non car les vecteurs $\overrightarrow{AB}$ et $\overrightarrow{DC}$ sont colinéaires mais non égaux.

h) Quelle est la nature du quadrilatère ABCD ? ABCD est un trapèze car les côtés [AB] et [DC] sont parallèles et leurs longueurs sont différentes.

2.6 Norme d'un vecteur

L'espace est supposé muni d'un repère orthonormal (O, $\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$, $\vec{k}$)   ($\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$ et $\vec{k}$ sont des vecteurs de longueur unitaire perpendiculaires entre eux).

Si $\vec{v}$ est un vecteur de coordonnées (x,y,z) alors la norme $||\vec{v}||$ du vecteur $\vec{v}$ est donné par :

$$||\vec{\boldsymbol{v}}|| = \sqrt{\boldsymbol{x^2 + y^2 + z^2}}$$

Exercice : Calculer la norme des vecteurs suivants

a) Soit $\vec{v}$ le vecteur de coordonnée (1,2,3).

$||\vec{v}||$ =

b) Soit $\vec{v}$ le vecteur de coordonnée (2,2,3).

$||\vec{v}||$ =

c) Soit $\vec{v}$ le vecteur de coordonnée (4,2,3).

$||\vec{v}||$ =

d) Soit $\vec{v}$ le vecteur de coordonnée (6,2,3).

$||\vec{v}||$ =

Correction :

a) $||\vec{v}||$ = $\sqrt{14}$

b) $||\vec{v}||$ = $\sqrt{17}$

c) $||\vec{v}||$ = $\sqrt{29}$

d) $||\vec{v}||$ = $\sqrt{49}$

2.7 Produit scalaire de vecteurs

Définition :

On se place dans le plan muni d'un repère orthonormé (O, $\vec{\imath}\,, \vec{\jmath}, \vec{k})$

Soient $\vec{u}(x; y)$ et $\vec{v}(x', y')$ deux vecteurs du plan.

Le produit scalaire des vecteurs $\vec{u}$ et $\vec{v}$ est le nombre réel, noté $\vec{u}.\vec{v}$ défini par l'une des propositions suivantes équivalentes :

- $\vec{u}.\vec{v} = x.x' + y.y'$,
- si $\vec{u}$ et $\vec{v}$ sont non nuls : $\vec{u}.\vec{v} = ||\vec{u}||.\,||\vec{v}||.\cos(\vec{u}; \vec{v})$.

Interprétation graphique du produit scalaire :

Le produit scalaire permet de réaliser la projection orthogonale d'un vecteur sur l'autre (si les vecteurs sont perpendiculaires alors la projection est nulle, si les vecteurs sont parallèles alors la projection vaut le produit de leur longueur).

Propriétés et conséquences :

- $\vec{u}.\vec{u} = ||\vec{u}||^2$
- $\vec{u}.\vec{v} = \vec{v}.\vec{u}$ (symétrique),
- pour tout α réel : $(\alpha.\vec{u}).\vec{v} = \alpha.(\vec{u}.\vec{v})$ (linéaire)

Exercice (10 minutes) : produit scalaire de vecteur

a) Soit $\vec{u}(4; 3)$. Le produit scalaire $\vec{u}.\vec{u}$ donne $\vec{u}.\vec{u} =$…
et donc la norme de $\vec{u}$ notée ici u=…

b) On donne $\vec{u} = \vec{\imath} - 3.\vec{\jmath}$ et alors le produit scalaire $\vec{u}.\vec{v} = k$ avec k=…

c) Soit $\vec{u}(3; 4)$ et v=2. L'angle entre $\vec{u}$ et $\vec{v}$ vaut 60° ($\frac{\pi}{3}$ rad) alors le produit scalaire $\vec{u}.\vec{u} = k$ avec k=…

d) On donne $\vec{u}.\vec{v} = 1$, u=1 et v=2. L'angle θ entre $\vec{u}$ et $\vec{v}$ vaut …

e) Soient les 3 points du plan A(1;2), B(3;5) et C(4;0). Le triangle ABC est rectangle en …

f) Déterminer le réel m pour que $\vec{u}$ et $\vec{v}$soient orthogonaux
- si $\vec{u}(-5; 2) et\ \vec{v}(m; -2)$ alors m=…
- si $\vec{u}(-m; 3 - m) et\ \vec{v}(2; -m)$ alors m=…
- si $\vec{u}(m - 4; 2.m + 1) et\ \vec{v}(2.m; 3 - m)$ alors m=…

g) L'ensemble des points du plan tels que $\overrightarrow{MA}.\overrightarrow{MB} = 0$ est :
- le cercle de diamètre AB,
- le segment [AB],
- ou la médiatrice du segment [AB] ?

h) Si MA=MB=1 et que $\overrightarrow{MA}.\overrightarrow{MB} = -1$ est-ce que
- A et B sont confondus ou
- $\overrightarrow{MA}$ et $\overrightarrow{MB}$ sont opposés ?

Correction :

a) Soit $\vec{u}(4;3)$. Le produit scalaire $\vec{u}.\vec{u}$ donne $\vec{u}.\vec{u} = \|\vec{u}\|^2 = 4^2 + 3^2$=25

et donc la norme de $\vec{u}$ notée ici u= 5

b) On donne $\vec{u} = \vec{\imath} - 3.\vec{\jmath}$ et alors le produit scalaire $\vec{u}.\vec{v} = k$ avec k= -1

*le calcul donne (1*5)+(-3*2)=-1.*

c) Soit $\vec{u}(3;4)$ et v=2. L'angle entre $\vec{u}$ et $\vec{v}$ vaut 60° ($\frac{\pi}{3}$ rad) alors le produit scalaire $\vec{u}.\vec{u} = k$ avec k=5

*le calcul conduit à u=5. Comme cos(60°)=1/2 on obtient 5*2*1/2=5*

d) On donne $\vec{u}.\vec{v} = 1$, u=1 et v=2. L'angle θ entre $\vec{u}$ et $\vec{v}$ vaut 60°

L'une des formules donne : $1 = 1 * 2 * cos(\theta)$ *d'où* $cos(\theta) = 1/2$ *et* $\theta = 60\,°$

e) Soient les 3 points du plan A(1;2), B(3;5) et C(4;0). Le triangle ABC est rectangle en A .

Les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{AB}$ sont (2,3) et celles du vecteur $\overrightarrow{AC}$ (3,-2). Ces deux vecteurs ont un produit scalaire nul, ils sont donc orthogonaux, le triangle ABC est rectangle en A.

f) Déterminer le réel m pour que $\vec{u}$ et $\vec{v}$soient orthogonaux

- si $\vec{u}(-5;2) et\ \vec{v}(m;-2)$ alors m=-4/5 en résolvant *-5m-4=0*
- si $\vec{u}(-m;3-m) et\ \vec{v}(2;-m)$ alors m= {0;1}
  On doit résoudre 2m-m(3-m)=0 qui conduit à m(m-1)=0.
- si $\vec{u}(m-4;2.m+1) et\ \vec{v}(2.m;3-m)$ alors m=1
  Le calcul conduit après simplifications à 5m-5=0 d'où m=1

g) L'ensemble des points du plan tels que $\overrightarrow{MA}.\overrightarrow{MB} = 0$ est : le cercle de diamètre AB.

Le vecteur $\overrightarrow{MA}$ est orthogonal au vecteur $\overrightarrow{MB}$, le triangle AMB est rectangle en M et inscriptible dans le cercle de diamètre [AB]

h) Si MA=MB=1 et que $\overrightarrow{MA}.\overrightarrow{MB} = -1$ c'est que le vecteur $\overrightarrow{MB}$ est l'opposé du vecteur $\overrightarrow{MA}$

Le calcul conduit à $cos(\theta) = -1$ *soit* $\theta = 180\,°$.