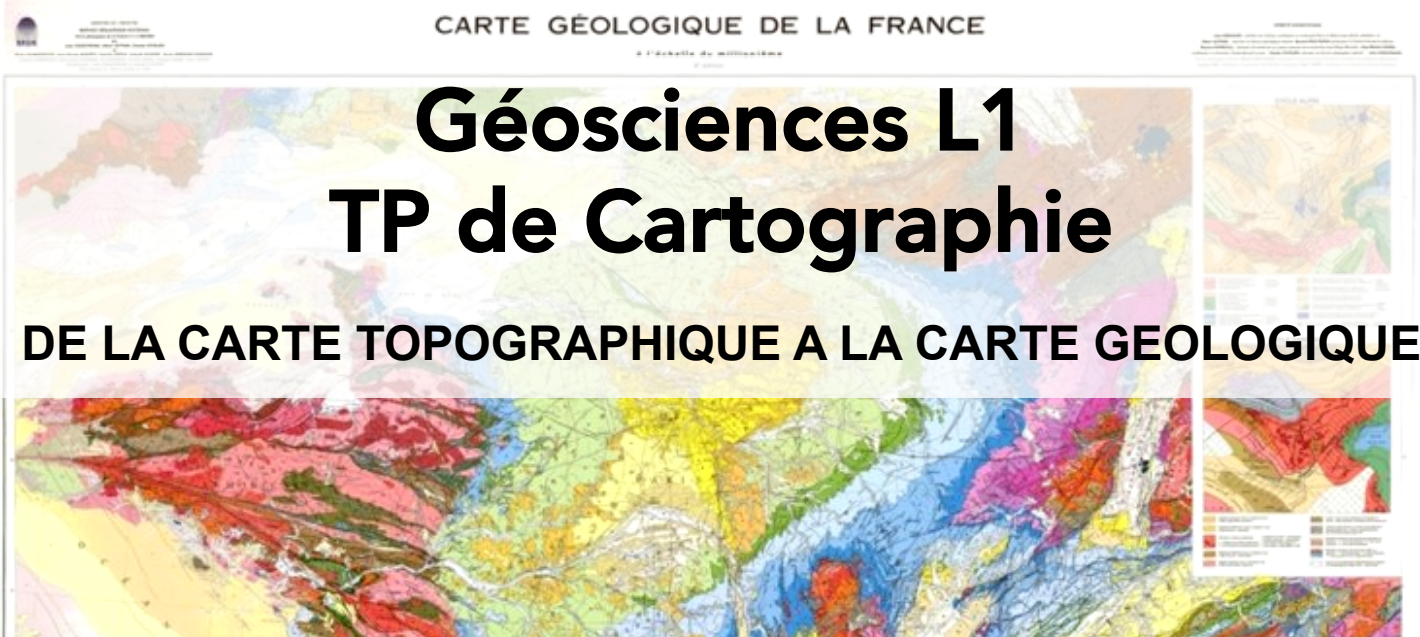
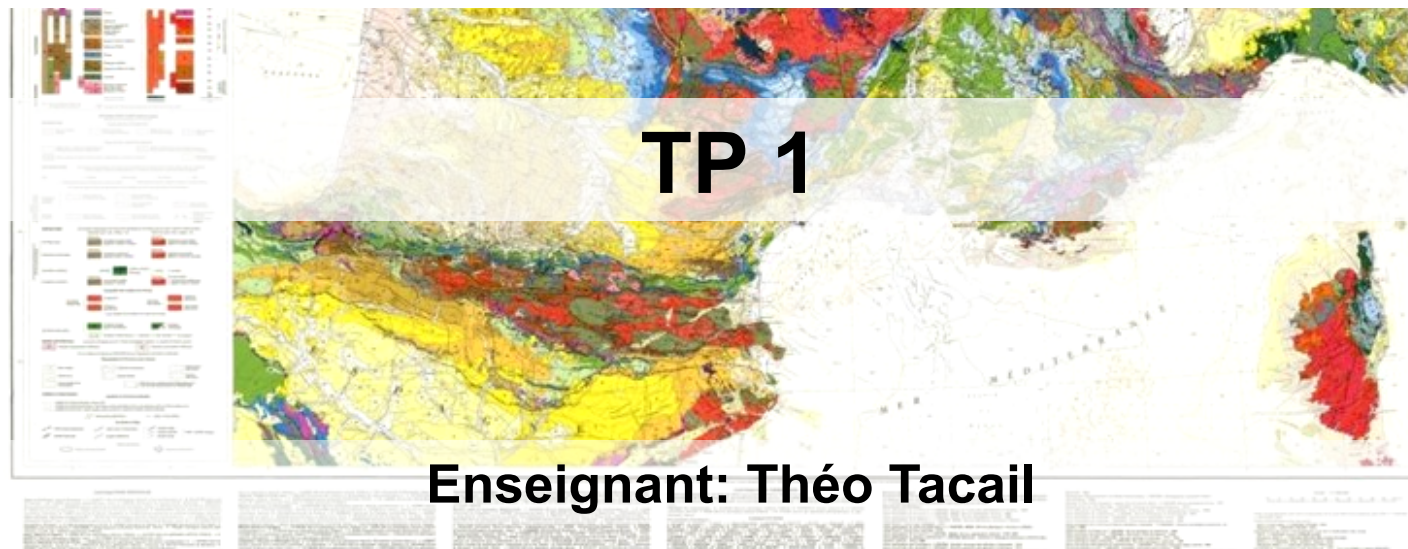




Objectifs :

1. Lecture des cartes topographiques en général
2. Compréhension des rapports entre la carte géologique (2 D) et les structures géologiques (3 D) qu'elle représente



Informations importantes

Mail : theo.tacail@ens-lyon.fr

absence → envoyer un **justificatif** à cette **adresse** et à l'**administration**

Modalités du cours :

- **5 x 1h30 de TP**
- **1h d'évaluation le 21 mars 2017 de 8h00 à 9h30** (Possibilité de garder la note de l'année dernière : contacter Guillaume Suan dans la semaine)
- **IMPOSSIBLE de changer de groupe**
- **Arriver à l'heure**

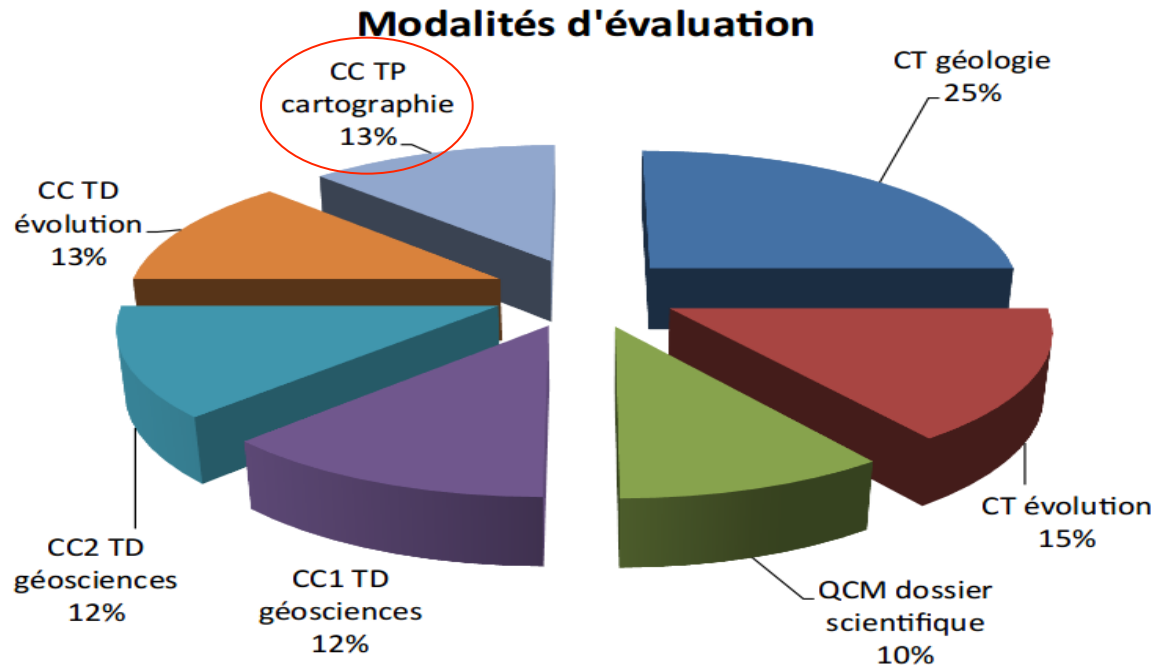
Cours + questionnaires sur Spiral :

- **Support de cours, TP et TD**
 - **TP Cartographie**
 - **TP Carto TACAIL**

Matériel :

papier millimétré, critérium, règle graduée, rapporteur, calculatrice...

Contrôle continu



Le jeudi 3 novembre de 8h à 9h30

Introduction

② *Quels sont les différents types de carte que vous connaissez ?*

Introduction

② *Quels sont les différents types de carte que vous connaissez ?*

Carte d'une ville



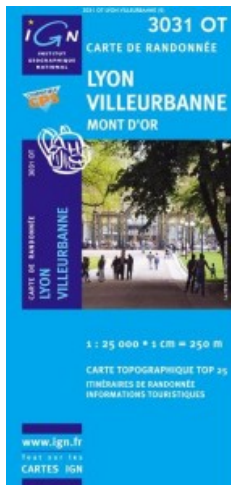
Carte routière



Carte géologique



Carte topographique IGN
(institut national de l'information géographique)

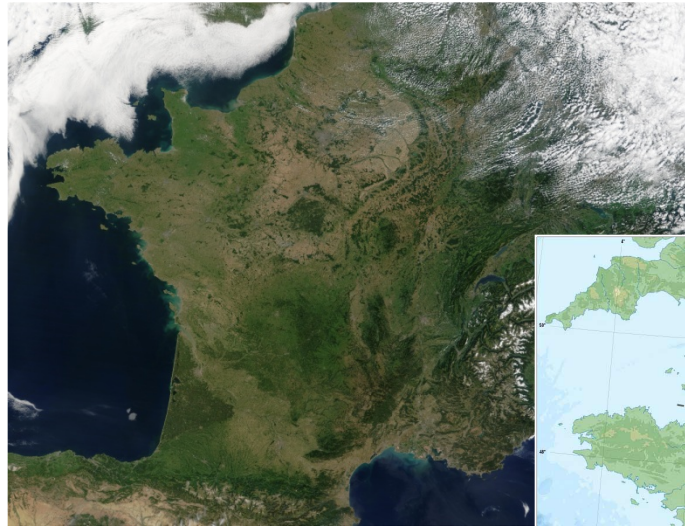


Carte de végétation
Carte hydrographique
Carte hypsométrique
Carte météorologique
Carte stellaire
Carte géopolitique
Carte économique
Carte des risques
Carte marine

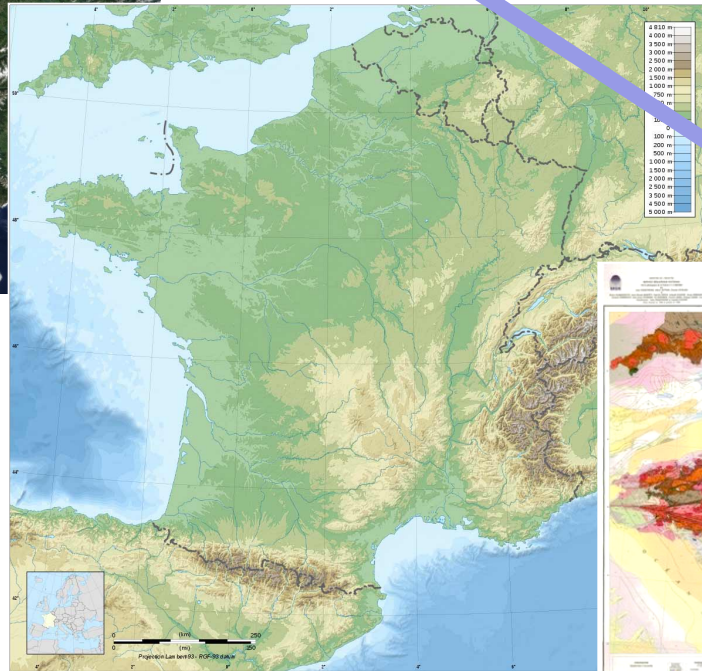
...

② La Carto, à quoi ça sert ?

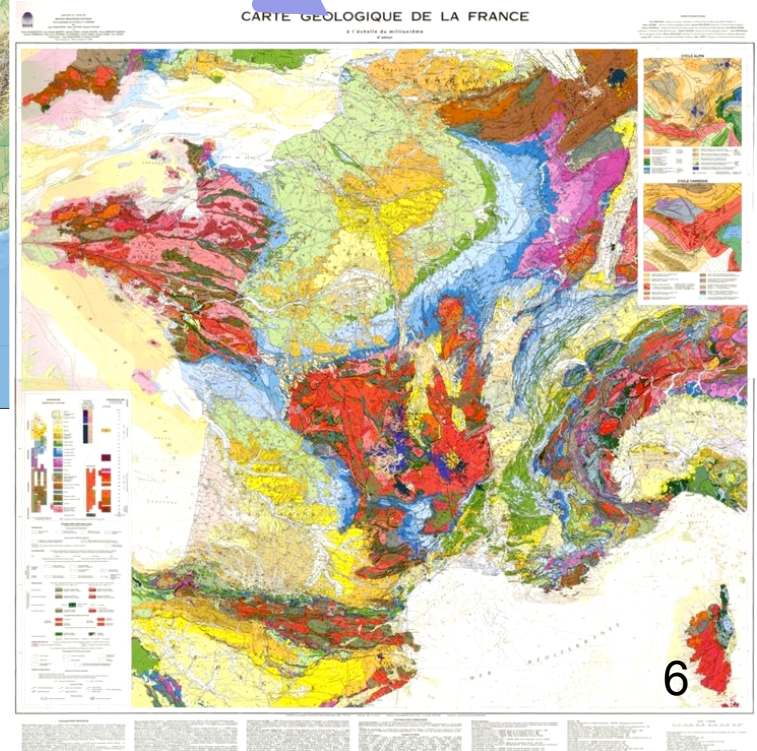
Observations satellites...



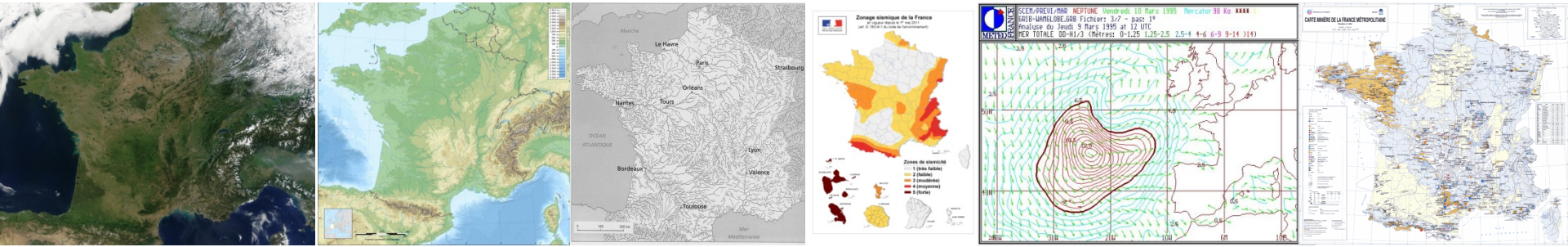
Cartes topographiques...



Cartes géologiques...



② La Carto, à quoi ça sert ?



- **Simplifier des phénomènes complexes** – visualisation rapide de divers variables dans l'espace
- **Sciences appliquées :**
 - **Cartes des risques** – par les gouvernements, les assurances, les immobiliers
 - **Cartes hydrographiques** – gestion de l'eau et de l'énergie (états, collectivités, entreprises)
 - **Géolocalisation** – Armée, Entreprises
 - **Météo** – Météo France, ...
 - **Ressources minières, énergétiques** – Ciments, Combustibles fossiles, Combustibles nucléaires
 - ...
- **Géologie : La carte géologique**
 - représentation en 2D d'un espace concret, réel, sur lequel on synthétise les informations de topographie, de géologie → structure, dynamisme et histoire d'un terrain... Lien fondamental à l'observation de terrain en géologie.
- **Planétologie...**

Sites internet à visiter :

<http://infoterre.brgm.fr>

<http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>

Google Earth

Introduction

Objectifs du TP 1 :

1. Comprendre le **lien entre le contenu d'une carte et son utilisation**
2. Savoir **calculer une échelle** et comprendre sa signification
3. Connaitre le **vocabulaire** des système de projection: définition et signification du géoïde, parallèles, méridiens, système de projection de Lambert...
4. Savoir donner les **coordonnées de Lambert** d'un point sur une carte
5. Savoir **lire une carte topographique** et sa légende
6. Savoir **utiliser une carte topographique** (localisation, calcul de pente, relief, azimut)

I) LOCALISATION SUR UNE CARTE TOPOGRAPHIQUE



Carte = image réduite, plane et symbolique (symboles conventionnels) de la surface terrestre

1. Notion d'échelle

Carte

- **réduction** d'une portion plus ou moins grande de la surface terrestre
- **modèle réduit**
- **rapport de réduction** = **échelle** de la carte
- fraction simple avec
numérateur toujours égal à 1
dénominateur dépendant du rapport de réduction

Expression = **FRACTION SIMPLE**

Rapport : **longueur d'un objet sur carte / longueur réelle**

⇒ **Échelles courantes de l'IGN**

1/25 000 (1 cm = 250 m)

→ *Randonneur*

1/50 000 (1 cm = 500 m)

Choix guidé par type
d'utilisation

1/250 000 (1 cm = 2,5 km)

1/1 000 000 (1 cm = 10 km)

→ *Automobiliste*

5. Exercices

CARTE TOPOGRAPHIQUE DE LYON

1 – Trouvez l'échelle de la carte



5. Exercices

CARTE TOPOGRAPHIQUE DE LYON

1 – Trouvez l'échelle de la carte

1 : 25.000

4 cm = 1 km 1 cm = 250 m (25.000 cm)



2. Systèmes de projection

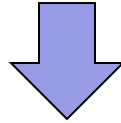
1 carte = 1 plan (2 D)

qui représente une fraction d'un objet globalement sphérique, la TERRE

2. Systèmes de projection

1 carte = 1 plan (2 D)

qui représente une fraction d'un objet globalement sphérique, la TERRE

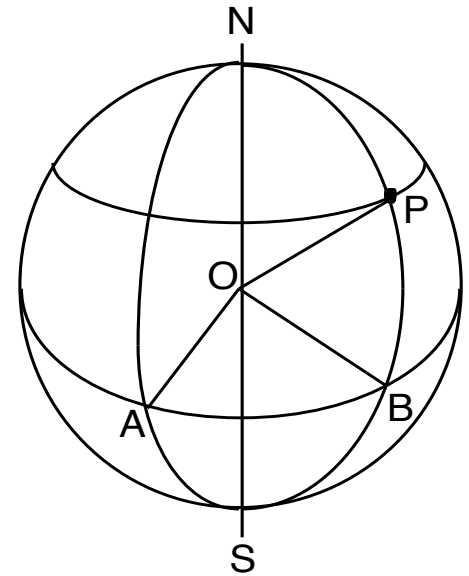


En réalité un ELLIPSOÏDE (aplati aux pôles)

Rayon équatorial : $R_{eq} = [OA] = 6378 \text{ km}$

Rayon polaire : $R_{pole} = [ON] = 6367 \text{ km}$

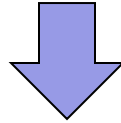
↳ $f = (R_{eq} - R_{pole})/R_{pole} = 1/298$



2. Systèmes de projection

1 carte = 1 plan (2 D)

qui représente une fraction d'un **objet globalement sphérique**, la TERRE

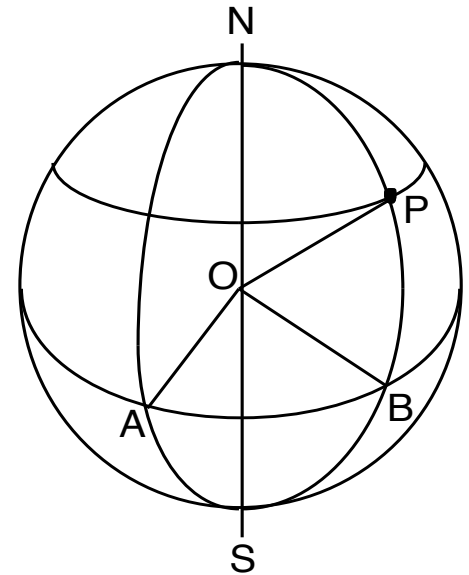
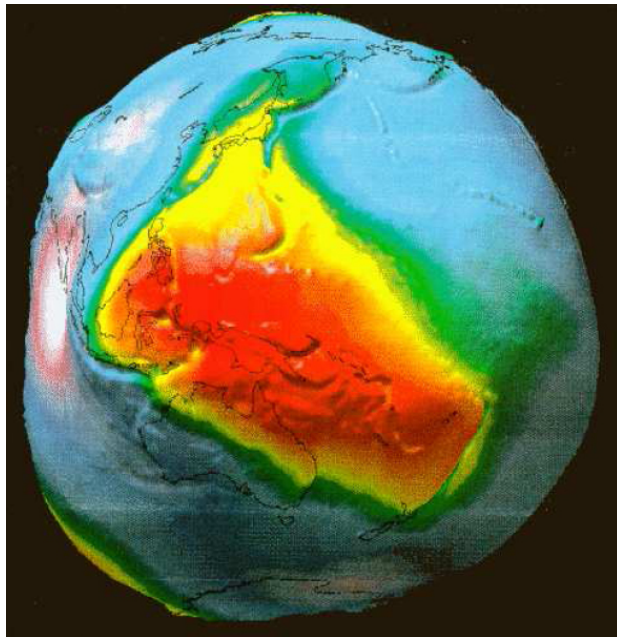
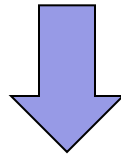


En réalité un ELLIPSOÏDE (aplatis aux pôles)

Rayon équatorial : $R_{eq} = [OA] = 6378 \text{ km}$

Rayon polaire : $R_{pole} = [ON] = 6367 \text{ km}$

 $f = (R_{eq} - R_{pole}) / R_{pole} = 1/298$



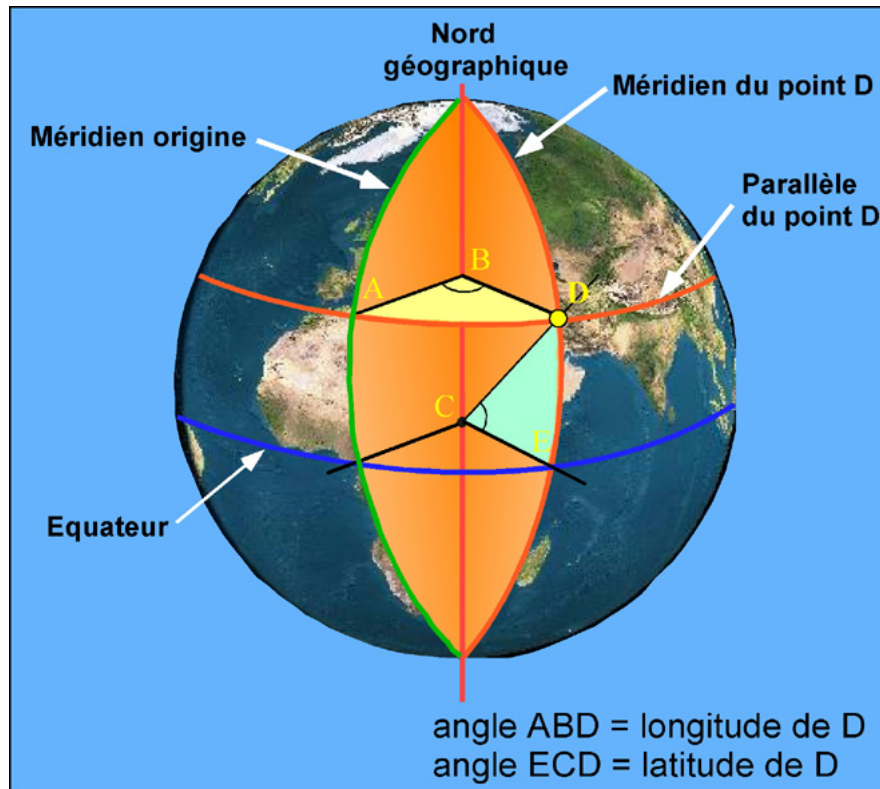
= **GEOÏDE**

= une surface *équipotentielle de pesanteur*
proche du niveau moyen des mers

2. Systèmes de projection

Le plan orthogonal à l'axe des pôles et passant par le centre du géoïde recoupe la surface de la Terre selon l'**EQUATEUR**.

Pour repérer un point à la surface de la Terre: système de **MERIDIENS** et de **PARALLELES**

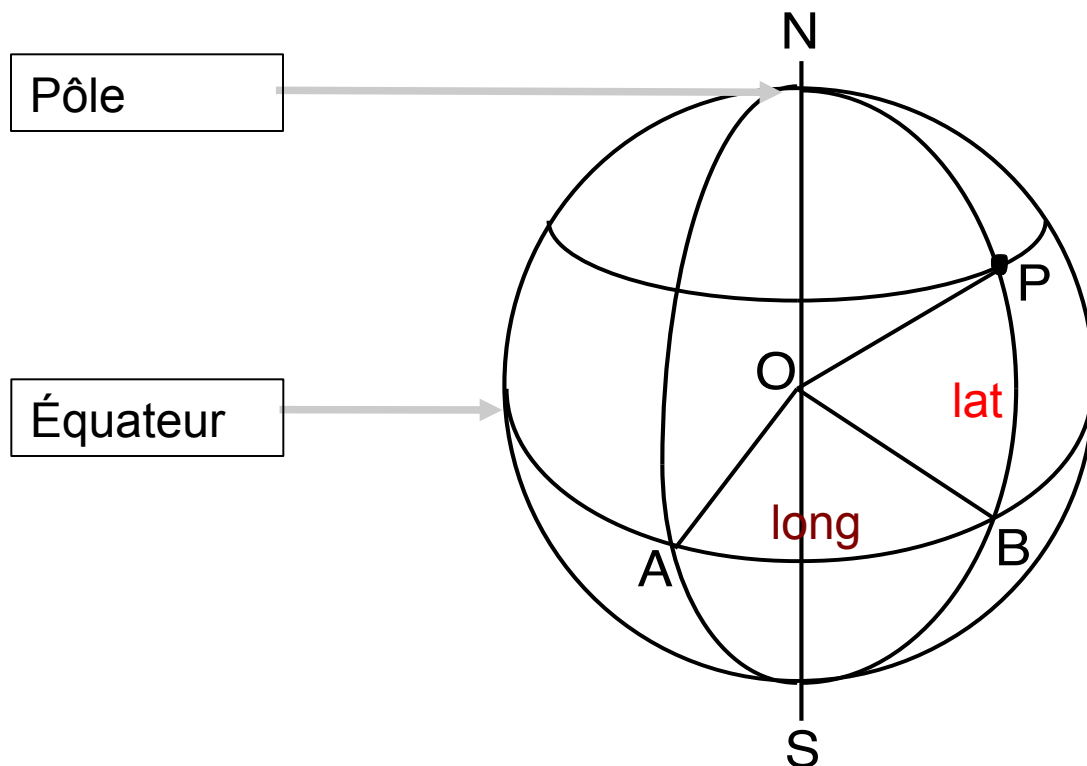


Méridien = ligne d'intersection entre le plan passant par les pôles et le géoïde
On définit un méridien origine (passant par Greenwich à Londres; Arc NAS).
Le méridien d'un point D quelconque passe par les pôles et par D.

Parallèle = ligne marquant l'intersection entre un plan parallèle au plan équatorial et le géoïde. Parallèle du point D s'il passe par D.

2. Systèmes de projection

Pour tout point P, on définit sa **LONGITUDE** (angle AOB) et sa **LATITUDE** (angle BOP).



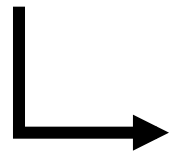
Longitude : de 0° à 180° , en précisant « vers l'Est » ou « vers l'Ouest »
Latitude : de 0° à 90° , en précisant « Nord » ou « Sud »

2. Systèmes de projection

Carte = fraction du géoïde $\Rightarrow$ portion d'une surface ellipsoïde

$\rightarrow$ opérer des transformations telles qu'à chaque point de la surface de l'ellipsoïde corresponde un point du plan.

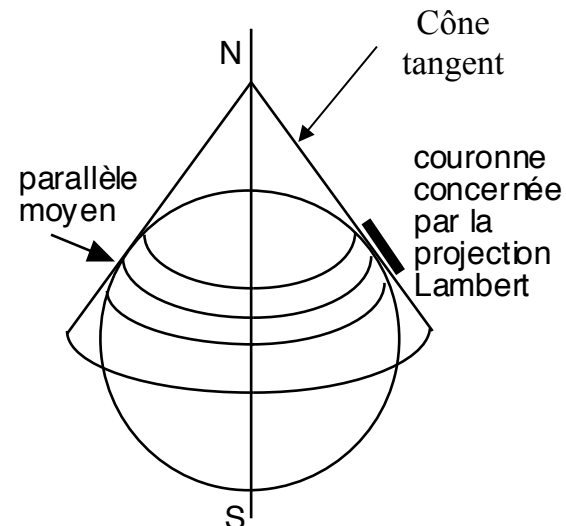
Correspondance entre coordonnées sphériques et coordonnées cartésiennes = **UNE PROJECTION**



Ici, on parlera de **PROJECTION LAMBERT** (adoptée par l'IGN)

Transformation du réseau de méridiens et parallèles du géoïde en réseau **plan** à coordonnées cartésiennes.

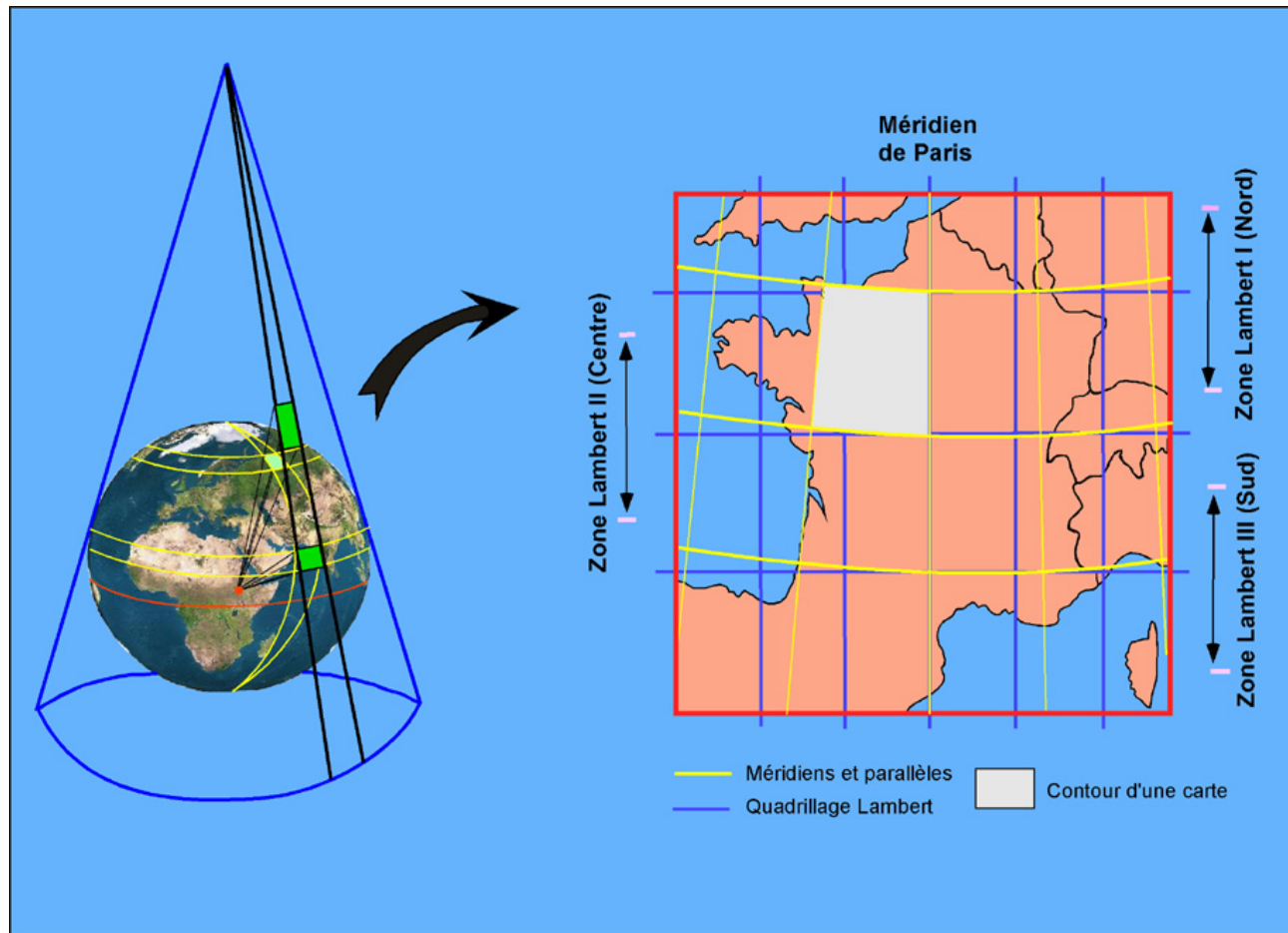
= projection géométrique d'une portion du géoïde sur un CÔNE dont le sommet est situé sur l'axe des pôles et qui est tangent à l'ellipsoïde le long d'un Parallèle dit « Parallèle moyen de contact »



2. Systèmes de projection

Pour que l'altération des longueurs soit négligeable : **France divisée en 4 zones**

Chaque zone a son propre système de projection



Quadrillage Lambert : appuyé sur le Méridien de Paris et sur la tangente au parallèle moyen de chaque zone Lambert

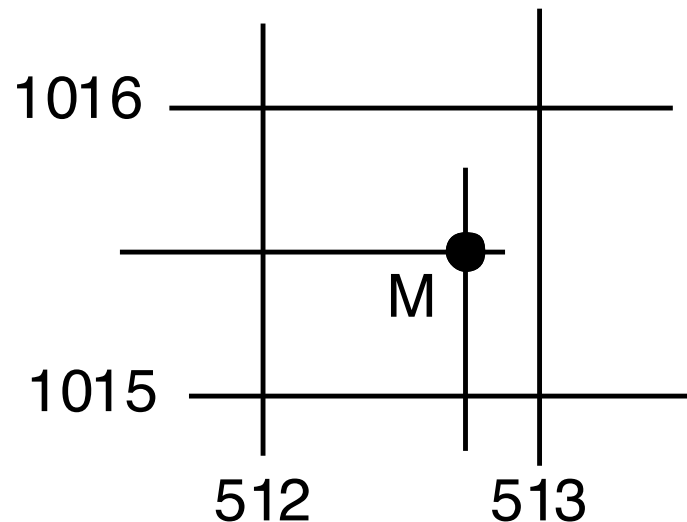
3. Coordonnées Lambert d'un point

Sur la carte, la projection Lambert est un **QUADRILLAGE N-S et W-E** (esquissé, repéré par des graduations kilométriques en marge de la carte)

Coordonnées Lambert d'un point sur la carte

⇒ On désigne le point par ses coordonnées X et Y , exprimées en km.

⇒ Repérer les 4 croix encadrant le point, en déduire ses coordonnées kilométriques



Quelles sont les coordonnées Lambert de ce point?

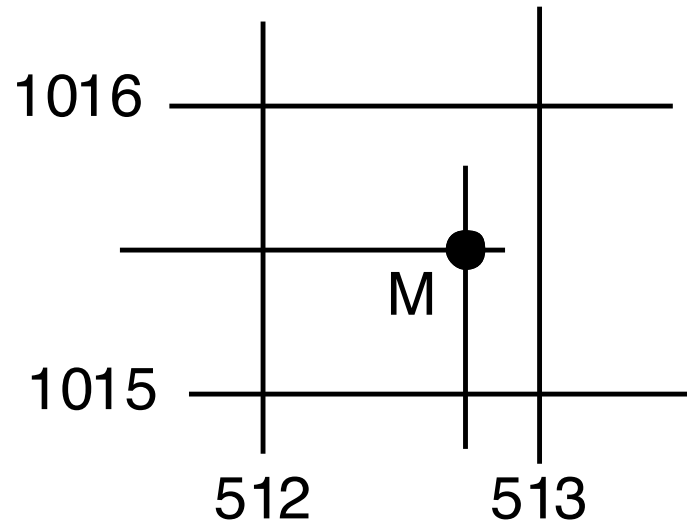
3. Coordonnées Lambert d'un point

Sur la carte, la projection Lambert est un **QUADRILLAGE N-S et W-E** (esquissé, repéré par des graduations kilométriques en marge de la carte)

Coordonnées Lambert d'un point sur la carte

⇒ On désigne le point par ses coordonnées X et Y , exprimées en km.

⇒ Repérer les 4 croix encadrant le point, en déduire ses coordonnées kilométriques



Coordonnées Lambert : $X = 512,75$; $Y = 1015,5$

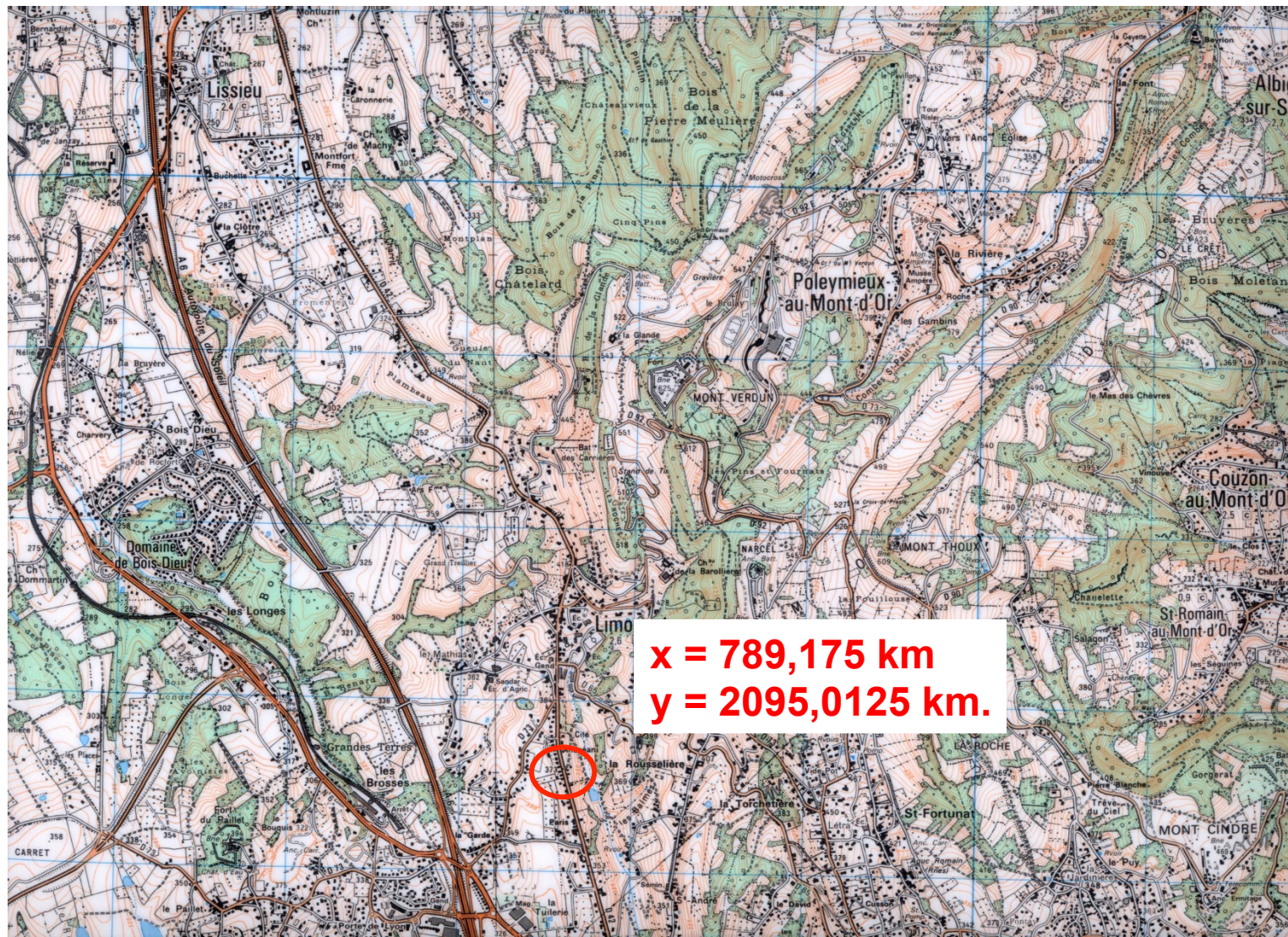
5. Exercices

2- Quelles sont les coordonnées Lambert du point A côté 373 situé le long de la départementale 42 au Sud de Limonest ?



5. Exercices

2- Quelles sont les coordonnées Lambert du point A côté 373 situé le long de la départementale 42 au Sud de Limonest ?



x = 789,175 km
y = 2095,0125 km.

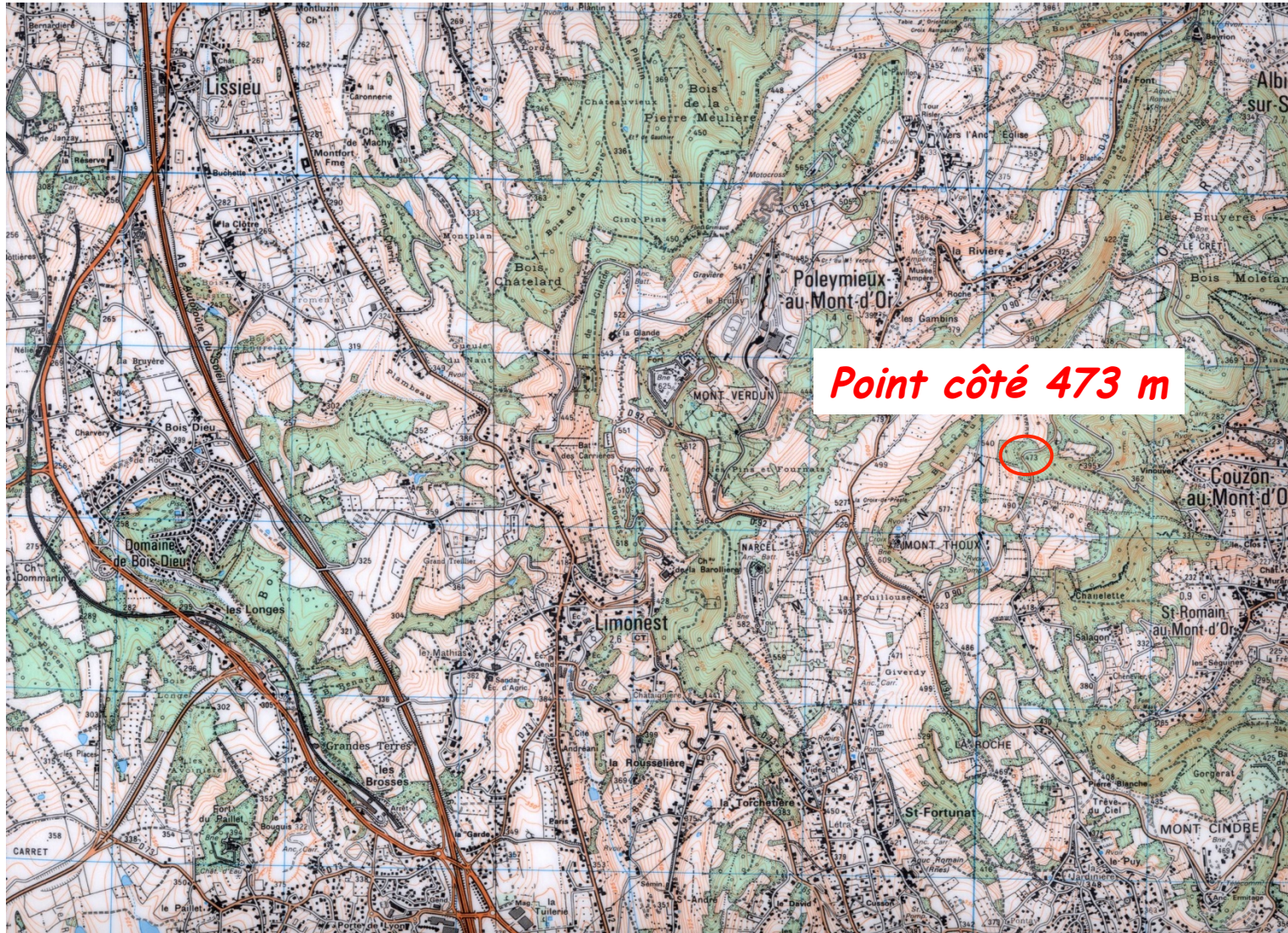
5. Exercices

3- Trouvez sur la carte le point B de coordonnées :
 $x = 791,775 \text{ km}$; $y = 2096,875 \text{ km}$.



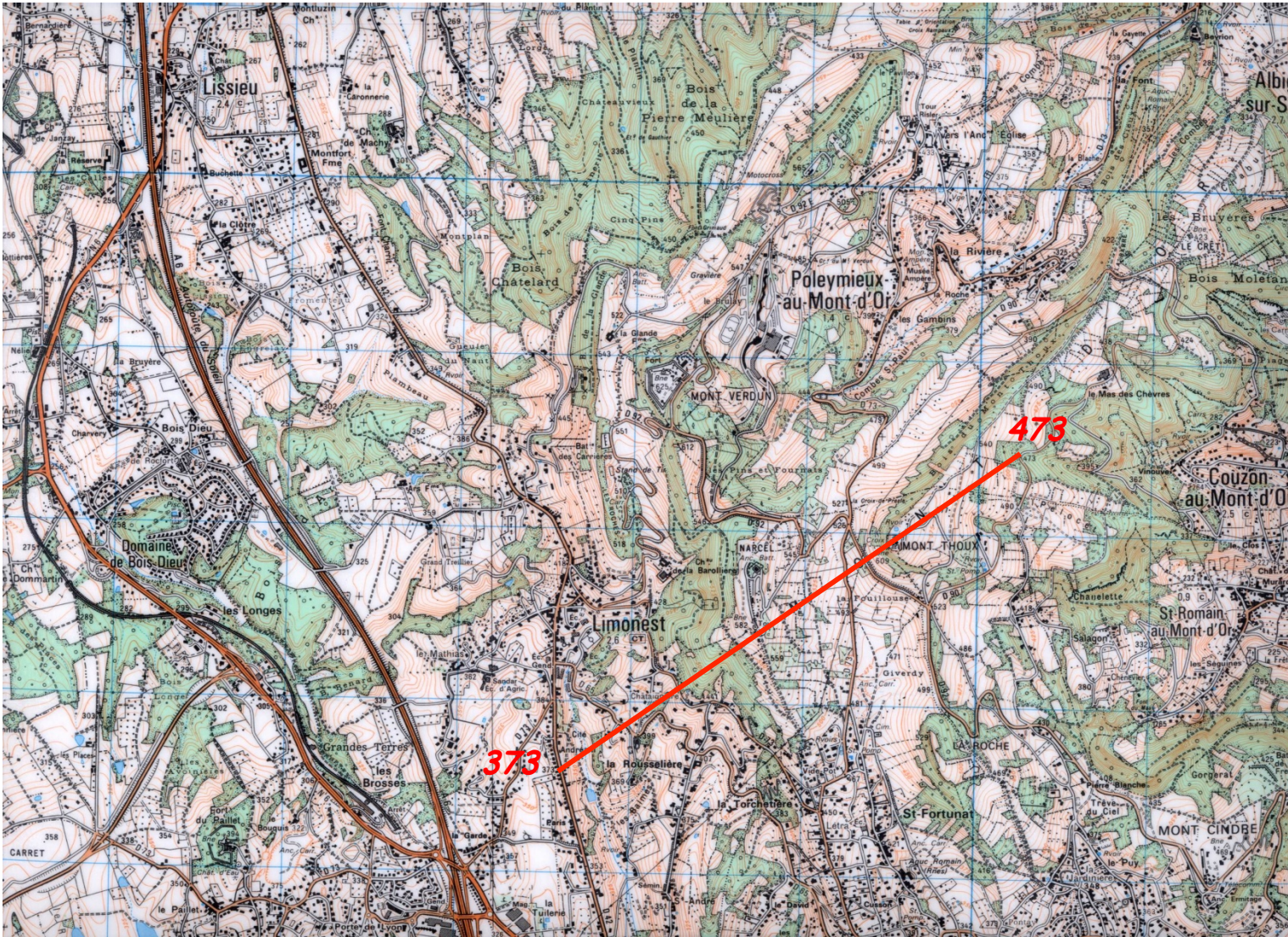
5. Exercices

3- Trouvez sur la carte le point B de coordonnées :
 $x = 791,775 \text{ km}$; $y = 2096,875 \text{ km}$.



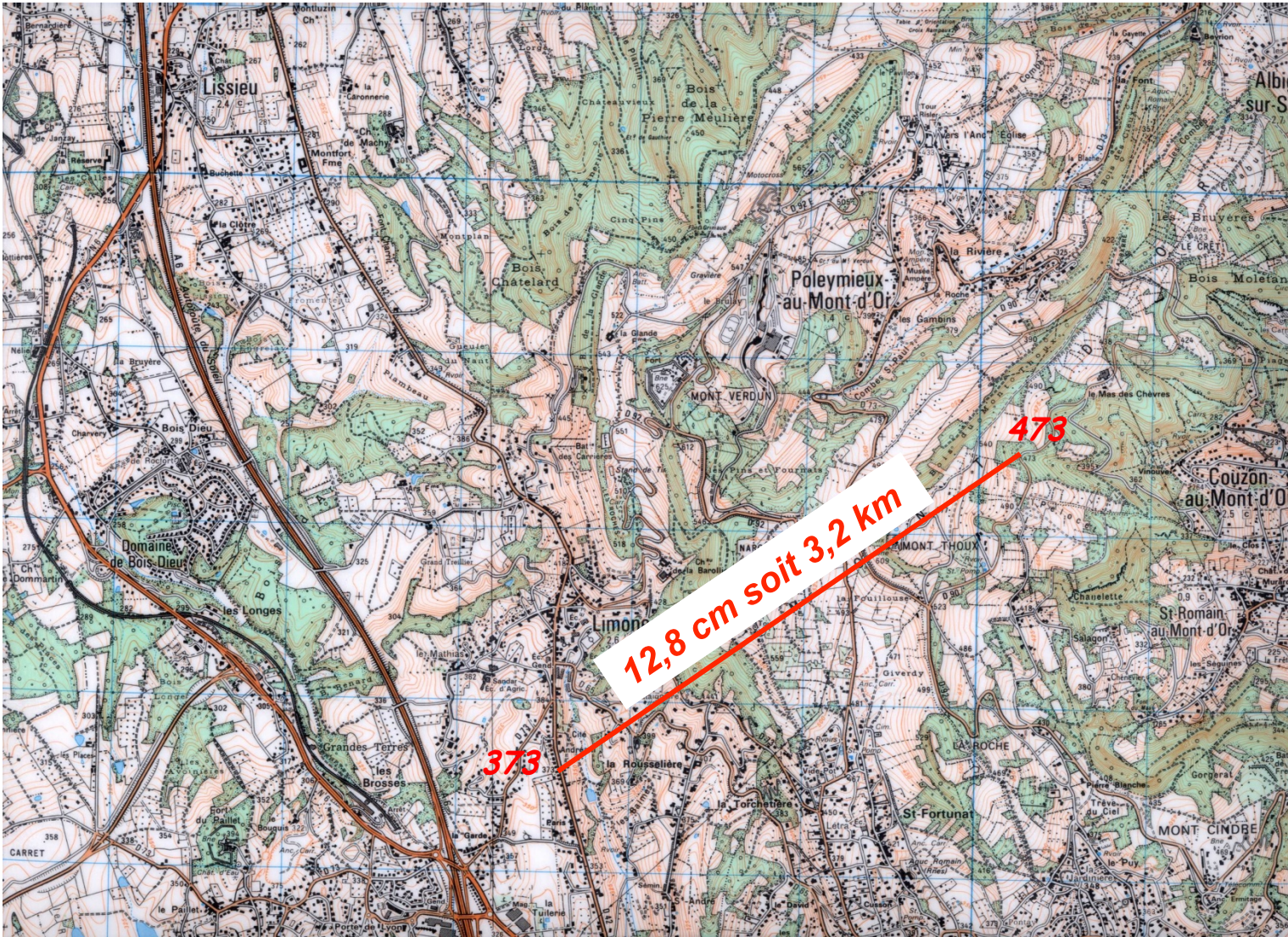
5. Exercices

4- Calculez la distance apparente (à vol d'oiseau) entre les points A et B.



5. Exercices

4- Calculez la distance apparente (à vol d'oiseau) entre les points A et B.



4. Lecture de la carte topographique

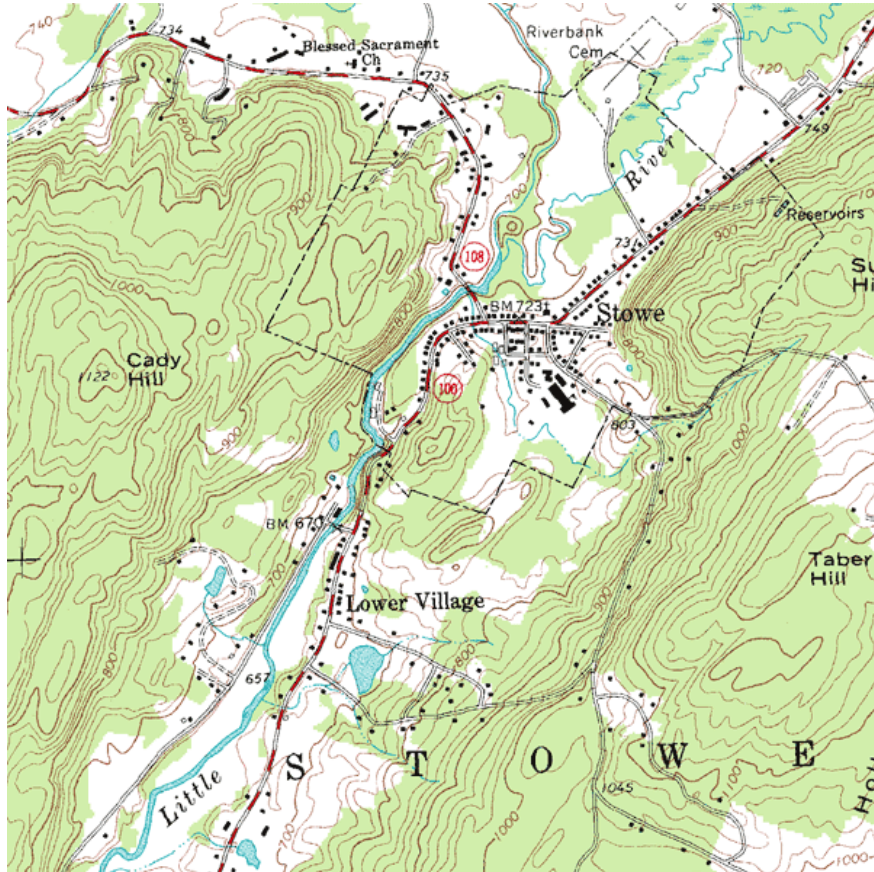
Surface terrestre maintenant « mise à plat »...

On distingue 2 types de cartes : **TOPOGRAPHIQUE** et **THEMATIQUE**



Carte topographique : **ELEMENTS NATURELS** (relief, cours d'eau, végétation...) et **ANTHROPIQUES** (bâtiments, voies de communication...)

Tout est symbolisé
=
**SIGNES
CONVENTIONNELS**



4. Lecture de la carte topographique
Signes conventionnels

= signes évocateurs appelés **PLANIMETRIE**

Voir **LEGENDE DE CARTE**

- Orange, blanc = réseau routier
- Bleu = hydrographie
- Vert = végétation
- Noir = marqueurs anthropiques, toponymie, limites administratives...
- Brun et Gris = **ALTIMETRIE**



Représentation du relief



4. Lecture de la carte topographique

Représentation du relief

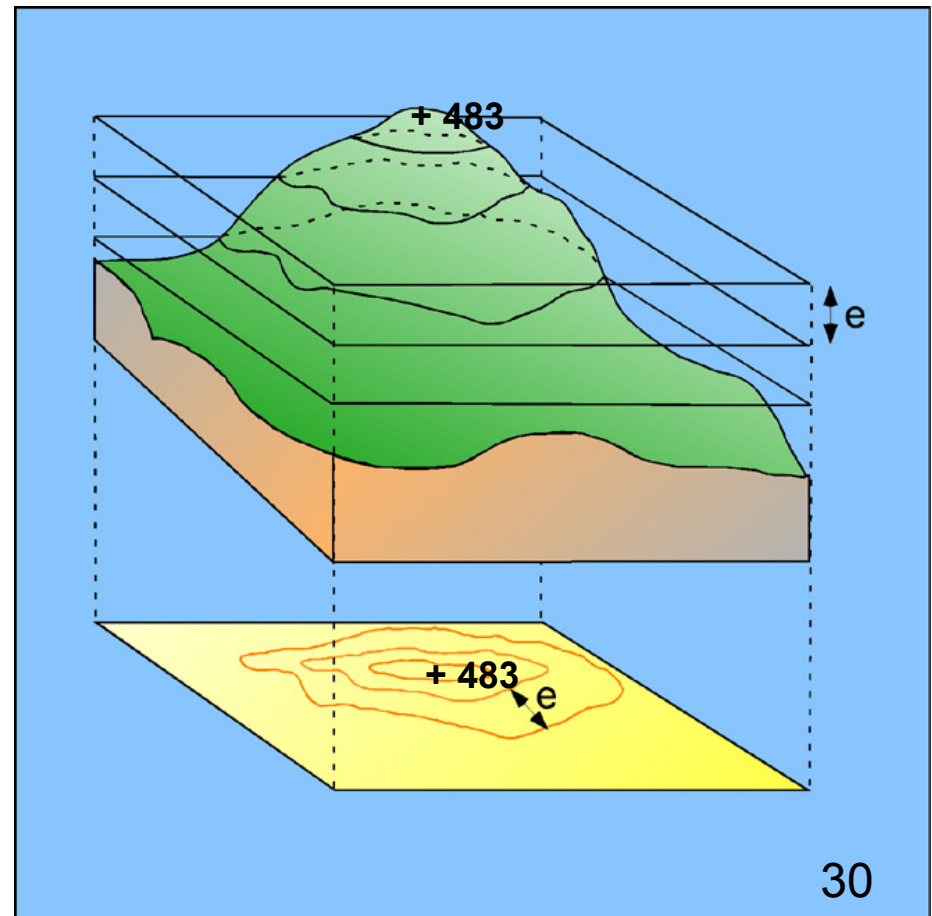
Altimétrie = COURBES DE NIVEAU + POINTS COTES

Courbe de niveau = intersection de la surface topographique avec un plan horizontal d'altitude donnée. Elle forme une ligne d'égale altitude et portera le nom de cette altitude.

Les courbes correspondent à des altitudes régulièrement espacées à chiffres ronds.

Cet espacement est l'**EQUIDISTANCE** (e)

Point coté = sommet ou point bas, avec altitude en m

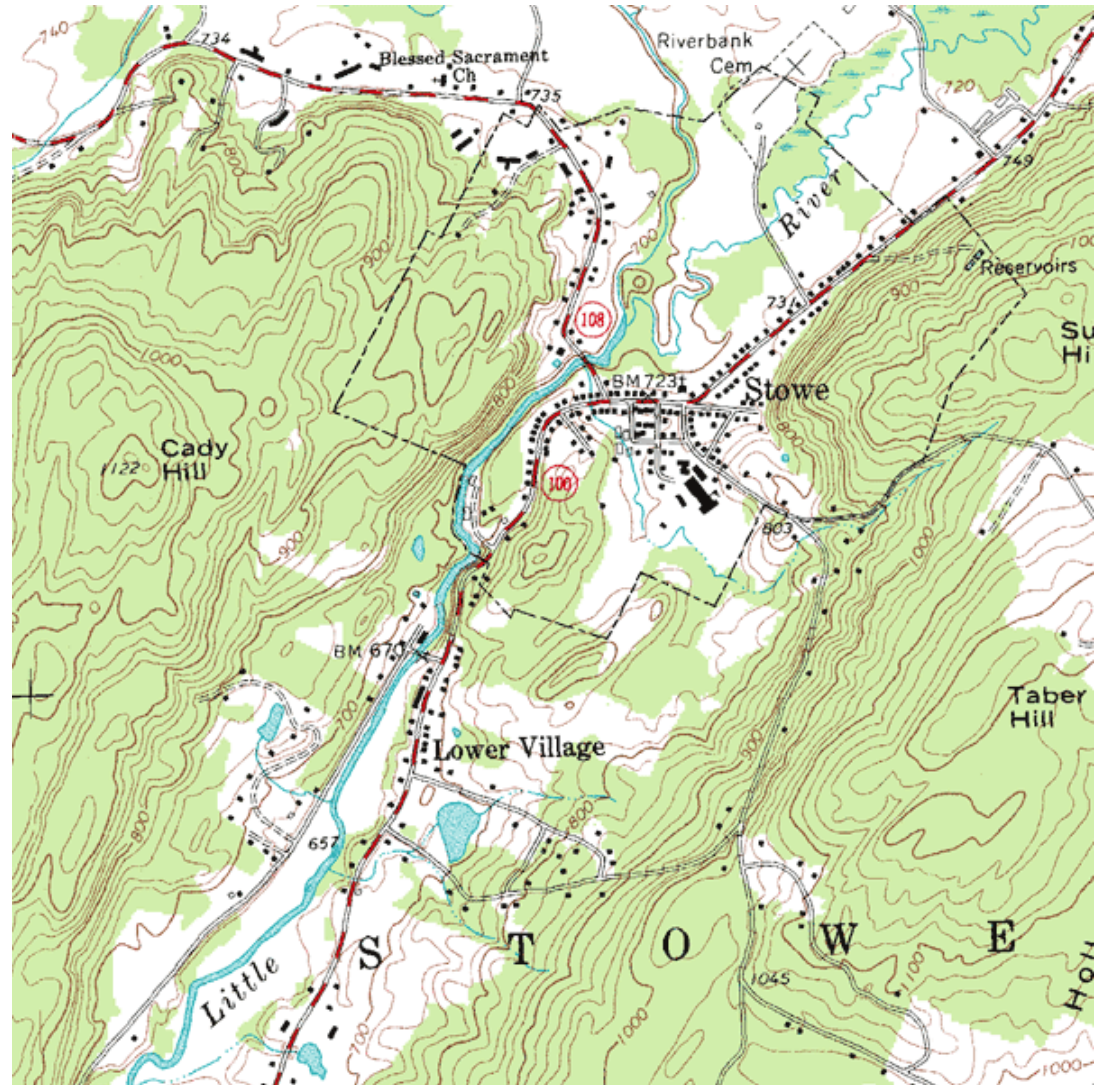


4. Lecture de la carte topographique Représentation du relief

Pour faciliter la lecture, certaines courbes de niveau sont renforcées
= **courbes maîtresses**.

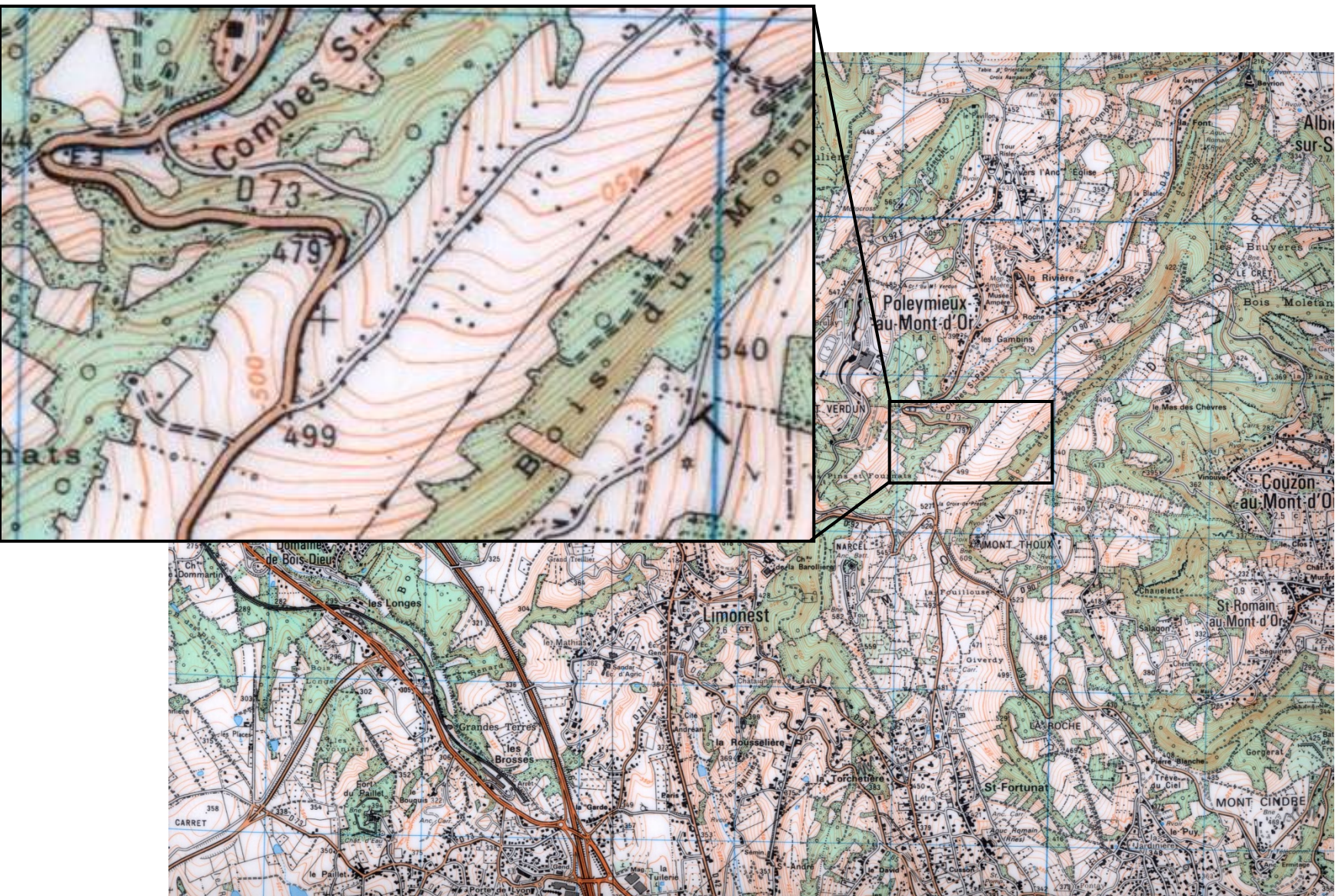
Autres = courbes intercalaires

Ecartement des courbes sur
la carte donne une mesure
de la **pente** (d'autant + serrées
que la pente est forte)



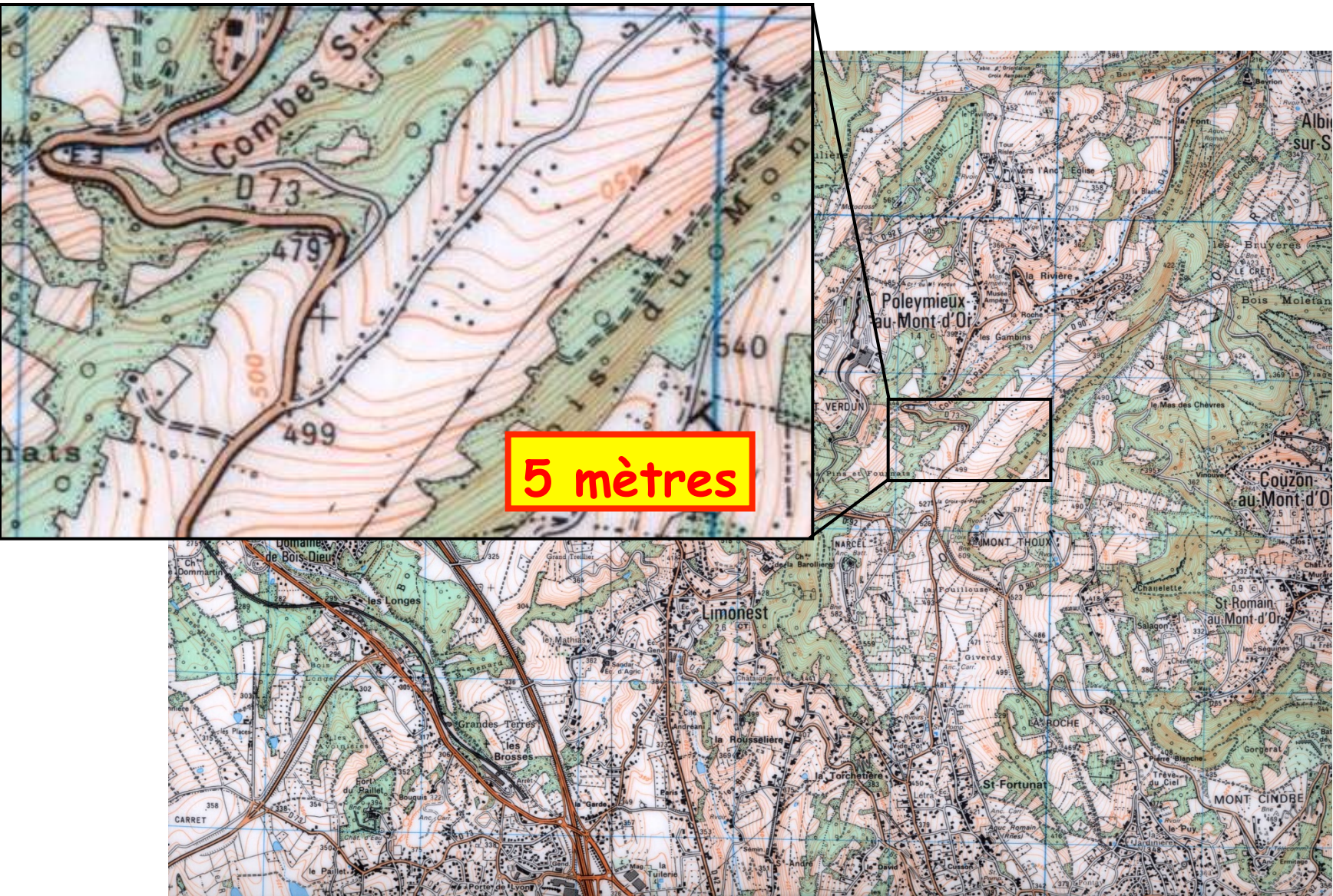
5. Exercices

5- Quelle est l'équidistance des courbes de niveau ?



5. Exercices

5- Quelle est l'équidistance des courbes de niveau ?



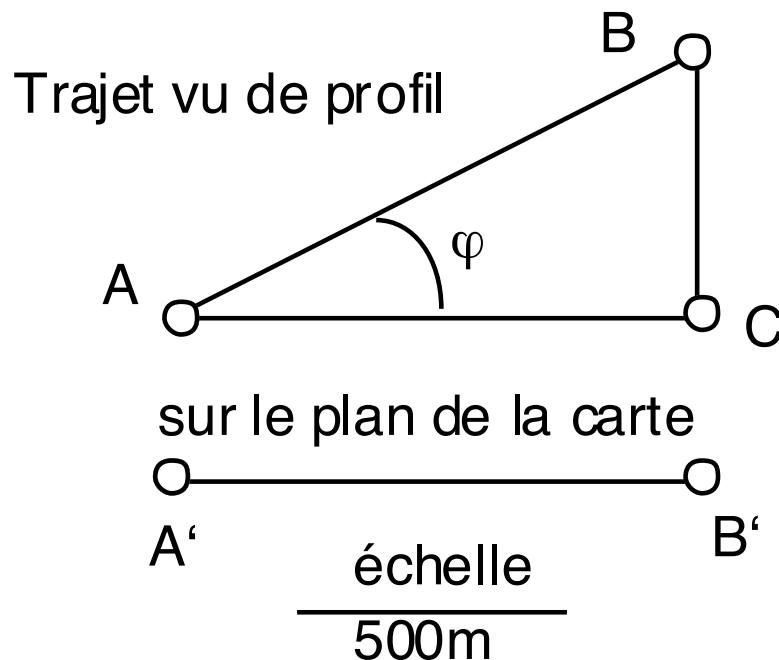
4. Lecture de la carte topographique

Mesures d'une distance et d'une pente

Distance apparente = distance « à vol d'oiseau » ($A'B'$)
Mesurée directement sur la carte (dépend de l'échelle)

Distance réelle > à la distance apparente si on tient compte du relief. (AB)
= distance mesurée / cos de la pente = $A'B' / \cos(\phi)$

Pente = inclinaison de la surface topographique par rapport à l'horizontale. (ϕ)
~ au rapport entre la différence d'altitude de 2 points et la distance de leurs images sur un plan horizontal ($\phi \sim \tan \phi$ pour des pentes faibles)



Dans un plan vertical, soient A et B points d'un relief, d'altitudes connues.

Donc BC est connue, en m sur le terrain.

*Les projections sur la carte de A et B sont A' et B'.
A'B' est mesurable en « m sur le terrain », sachant l'échelle de la carte.*

Donc la distance réelle entre A & B, qui est AB et non A'B', est calculable.

*Car BC/AC = pente de AB est elle-même calculable.
On peut aussi l'exprimer par la valeur de l'angle BAC, = angle ϕ , calculable.*

$$A'B' = AB \cos \phi$$

$$P = BC/AC \text{ ou } BC/A'B'$$

Table de la tangente

Angle Sinus	Angle Sinus	Angle Sinus	Angle Sinus	Angle Sinus	Angle Sinus
0° 0.00000	15° 0.26795	30° 0.57735	45° 1.00000	60° 1.73205	75° 3.73205
1° 0.01746	16° 0.28675	31° 0.60086	46° 1.03553	61° 1.80405	76° 4.01078
2° 0.03492	17° 0.30573	32° 0.62487	47° 1.07237	62° 1.88073	77° 4.33148
3° 0.05241	18° 0.32492	33° 0.64941	48° 1.11061	63° 1.96261	78° 4.70463
4° 0.06993	19° 0.34433	34° 0.67451	49° 1.15037	64° 2.05030	79° 5.14455
5° 0.08749	20° 0.36397	35° 0.70021	50° 1.19175	65° 2.14451	80° 5.67128
6° 0.10510	21° 0.38386	36° 0.72654	51° 1.23490	66° 2.24604	81° 6.31375
7° 0.12278	22° 0.40403	37° 0.75355	52° 1.27994	67° 2.35585	82° 7.11537
8° 0.14054	23° 0.42447	38° 0.78129	53° 1.32704	68° 2.47509	83° 8.14435
9° 0.15838	24° 0.44523	39° 0.80978	54° 1.37638	69° 2.60509	84° 9.51436
10° 0.17633	25° 0.46631	40° 0.83910	55° 1.42815	70° 2.74748	85° 11.43005
11° 0.19438	26° 0.48773	41° 0.86929	56° 1.48256	71° 2.90421	86° 14.30067
12° 0.21256	27° 0.50953	42° 0.90040	57° 1.53986	72° 3.07768	87° 19.08114
13° 0.23087	28° 0.53171	43° 0.93252	58° 1.60033	73° 3.27085	88° 28.63625
14° 0.24933	29° 0.55431	44° 0.96569	59° 1.66428	74° 3.48741	89° 57.28996

Table du cosinus

Angle	Cosinus	Angle	Cosinus	Angle	Cosinus	Angle	Cosinus	Angle	Cosinus	Angle	Cosinus
0°	1.00000	15°	0.96593	30°	0.86603	45°	0.70711	60°	0.50000	75°	0.25882
1°	0.99985	16°	0.96126	31°	0.85717	46°	0.69466	61°	0.48481	76°	0.24192
2°	0.99939	17°	0.95630	32°	0.84805	47°	0.68200	62°	0.46947	77°	0.22495
3°	0.99863	18°	0.95106	33°	0.83867	48°	0.66913	63°	0.45399	78°	0.20791
4°	0.99756	19°	0.94552	34°	0.82904	49°	0.65606	64°	0.43837	79°	0.19081
5°	0.99619	20°	0.93969	35°	0.81915	50°	0.64279	65°	0.42262	80°	0.17365
6°	0.99452	21°	0.93358	36°	0.80902	51°	0.62932	66°	0.40674	81°	0.15643
7°	0.99255	22°	0.92718	37°	0.79864	52°	0.61566	67°	0.39073	82°	0.13917
8°	0.99027	23°	0.92050	38°	0.78801	53°	0.60182	68°	0.37461	83°	0.12187
9°	0.98769	24°	0.91355	39°	0.77715	54°	0.58779	69°	0.35837	84°	0.10453
10°	0.98481	25°	0.90631	40°	0.76604	55°	0.57358	70°	0.34202	85°	0.08716
11°	0.98163	26°	0.89879	41°	0.75471	56°	0.55919	71°	0.32557	86°	0.06976
12°	0.97815	27°	0.89101	42°	0.74314	57°	0.54464	72°	0.30902	87°	0.05234
13°	0.97437	28°	0.88295	43°	0.73135	58°	0.52992	73°	0.29237	88°	0.03490
14°	0.97030	29°	0.87462	44°	0.71934	59°	0.51504	74°	0.27564	89°	0.01745

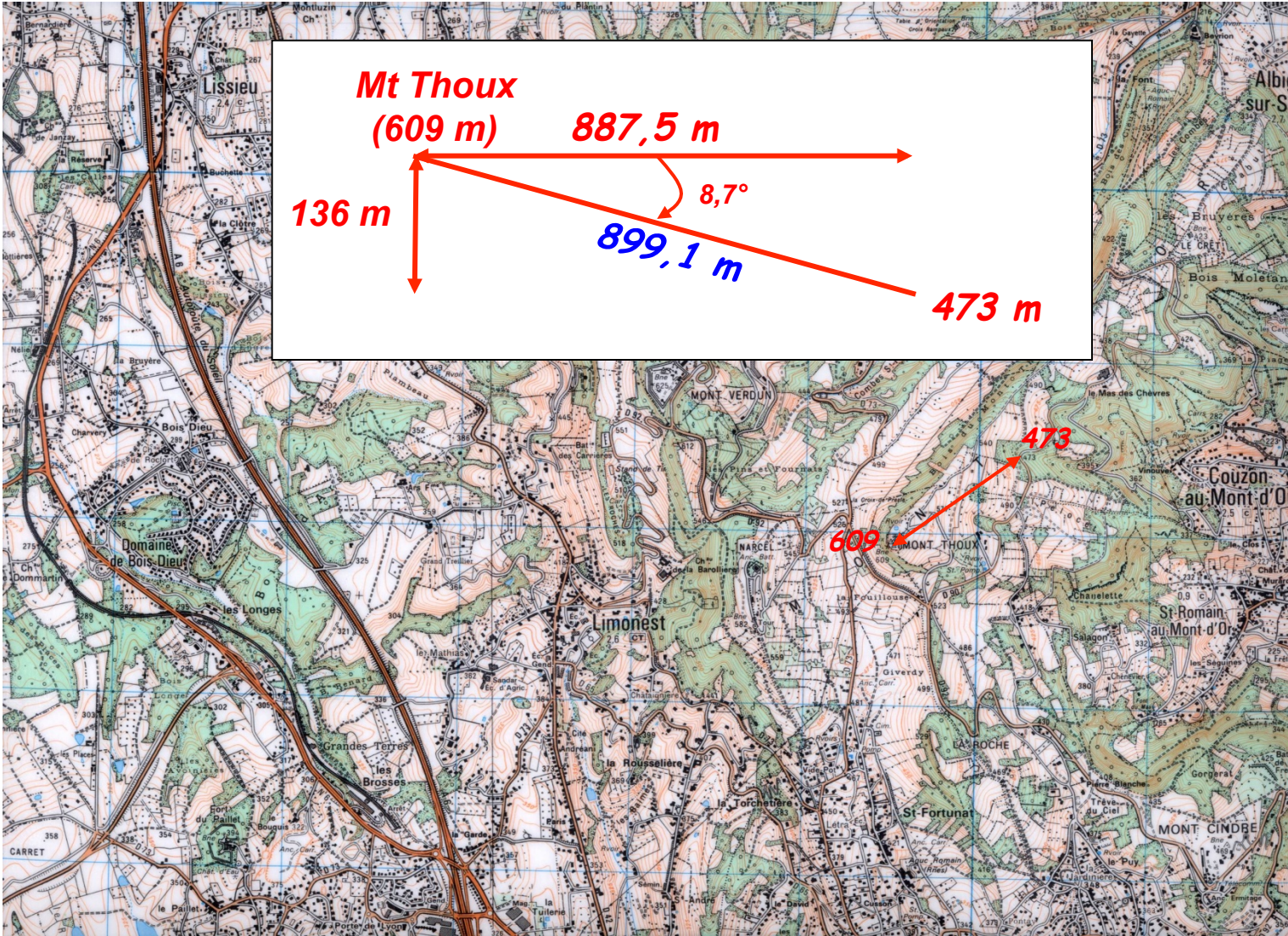
5. Exercices

6- En considérant une pente moyenne entre le Mont Thoux et le point B, calculez la « distance réelle » qui sépare ces deux points.



5. Exercices

6- En considérant une pente moyenne entre le Mont Thoux et le point B, calculez la « distance réelle » qui sépare ces deux points.



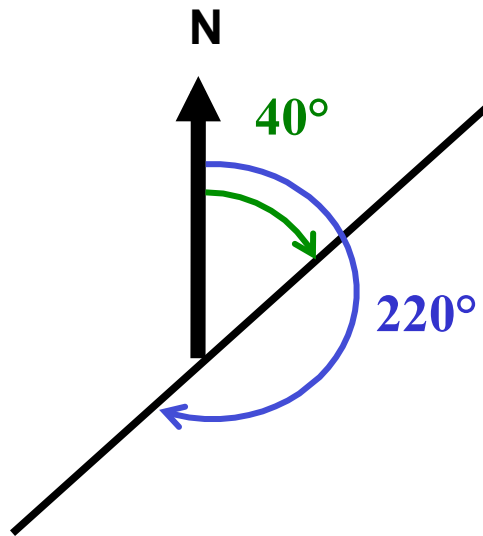
4. Lecture de la carte topographique

Mesure d'une direction

La **direction** d'une droite est mesurée par **l'angle fait avec la direction du N**, compté dans le **sens horaire**.

Si la droite a un sens (direction de marche par exemple), l'angle est compté dans un intervalle de 360° (on parle d'azimut ici).

Dans le cas d'une droite de sens indifférent, on réduit l'intervalle de mesure à 180°

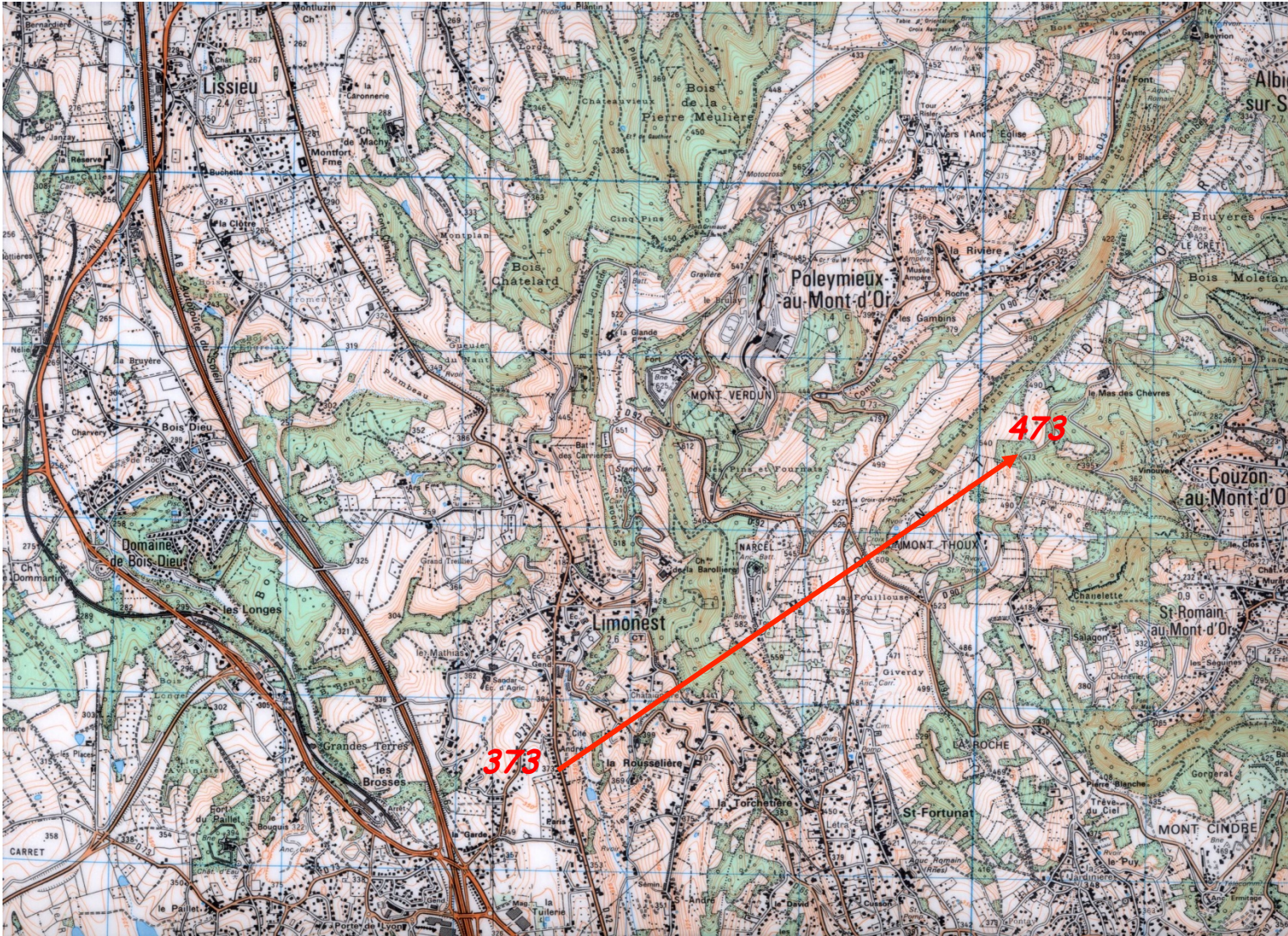


Direction de AB : **N40**

Azimut de AB : **N220**

5. Exercices

7- Quelle est la direction de la droite qui joint les points A et B ?



5. Exercices

7- Quelle est la direction de la droite qui joint les points A et B ?

