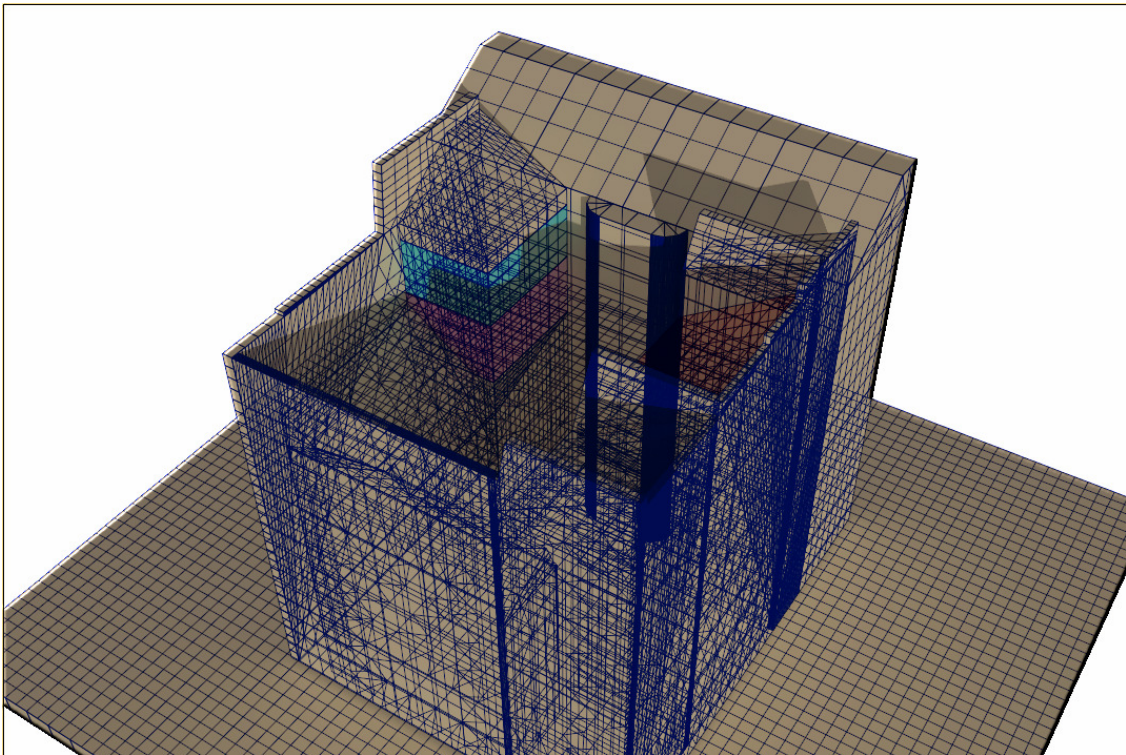




## **Impact solaire du rehaussement de la toiture de l'appartement de Mme Conrad à Paris**



Analyse établie par :  
Laurent Lescop  
Architecte dplg  
Docteur en sciences pour l'ingénieur  
Spécialiste des ambiances architecturales et urbaines  
Ancien chercheur au laboratoire CERMA UMR CNRS 1563

Juillet 2001

**Contenu du dossier :**

<b>1. Présentation générale.....</b>	<b>3</b>
1.1. Emplacement.....	3
1.2. Approche solaire du site. ....	4
1.3. La modélisation.....	4
<b>2. Les simulations.....</b>	<b>6</b>
2.1. Comportement solaire du 41 rue de Verneuil en octobre.....	6
2.2. Le tracé des ombres en octobre.....	7
2.3. Evaluation des surfaces ensoleillées, comparaison permis / construit .....	7
2.4. Evaluation des durées d'ensoleillement en octobre.....	8
2.5. Comportement solaire du 41 rue de Verneuil en novembre .....	9
2.6. Le tracé des ombres en novembre .....	10
2.7. Evaluation des surfaces ensoleillées, comparaison permis / construit .....	10
2.8. Evaluation des durées d'ensoleillement en novembre .....	11
2.9. Explication et visualisation par l'héliodon. ....	11
2.10. Comportement solaire du 41 rue de Verneuil en décembre .....	12
2.11. Le tracé des ombres en décembre.....	13
2.12. Evaluation des surfaces ensoleillées, comparaison permis / construit.....	13
2.13. Evaluation des durées d'ensoleillement en novembre.....	14
<b>3. Conclusions.....</b>	<b>15</b>
<b>Annexe : références.....</b>	<b>16</b>



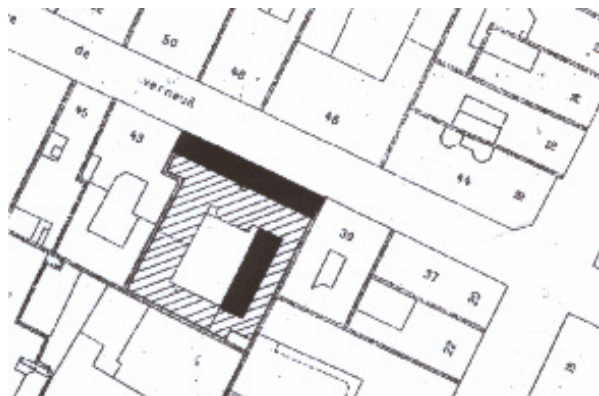
## Impact solaire du rehaussement de la toiture de l'appartement de Mme Conrad à Paris

### 1. Présentation générale.

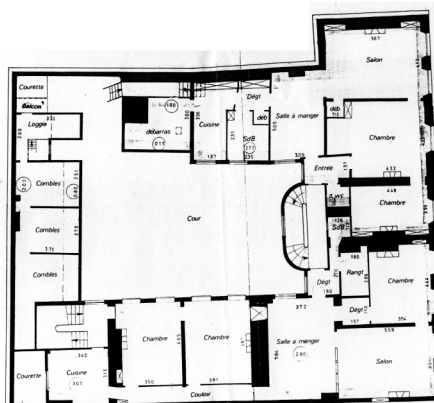
La présente étude permet de visualiser l'impact, en terme de perte d'ensoleillement sur les habitations voisines, du rehaussement de la toiture de [REDACTED]. L'analyse compare la situation déposée au permis de construire avec la situation construite. L'attention sera particulièrement portée sur la période allant d'octobre à décembre afin d'évaluer la recevabilité de la plainte.

#### 1.1. Emplacement

L'îlot considéré se situe au 41 [REDACTED]. Les façades faisant partie de l'étude donnent sur la cour intérieure et sont distantes de 7,7 mètres environ.



Plan cadastral



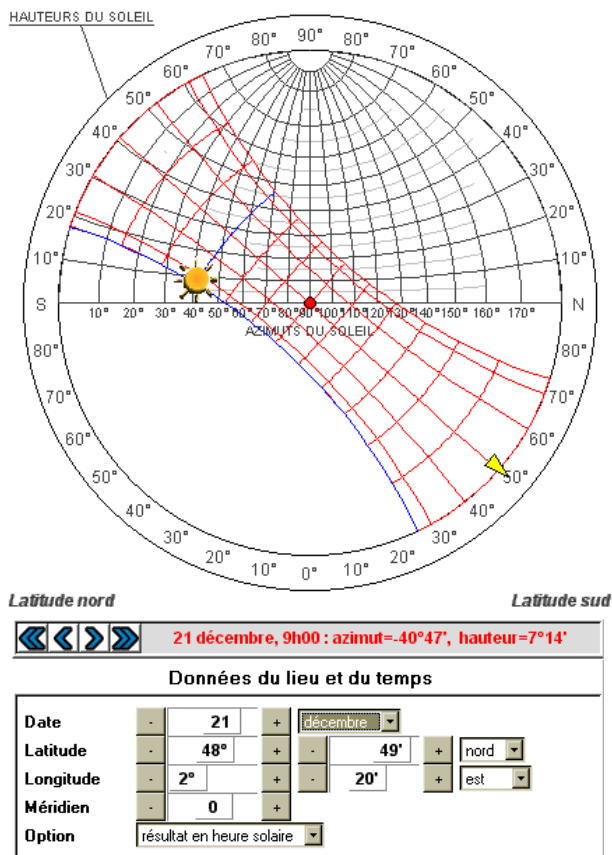
Plan de la cour



Façade des plaignants



## 1.2. Approche solaire du site.



Les coordonnées géographiques de la [REDACTÉ] sont les suivantes : latitude 48°49' nord, 02°20' est.

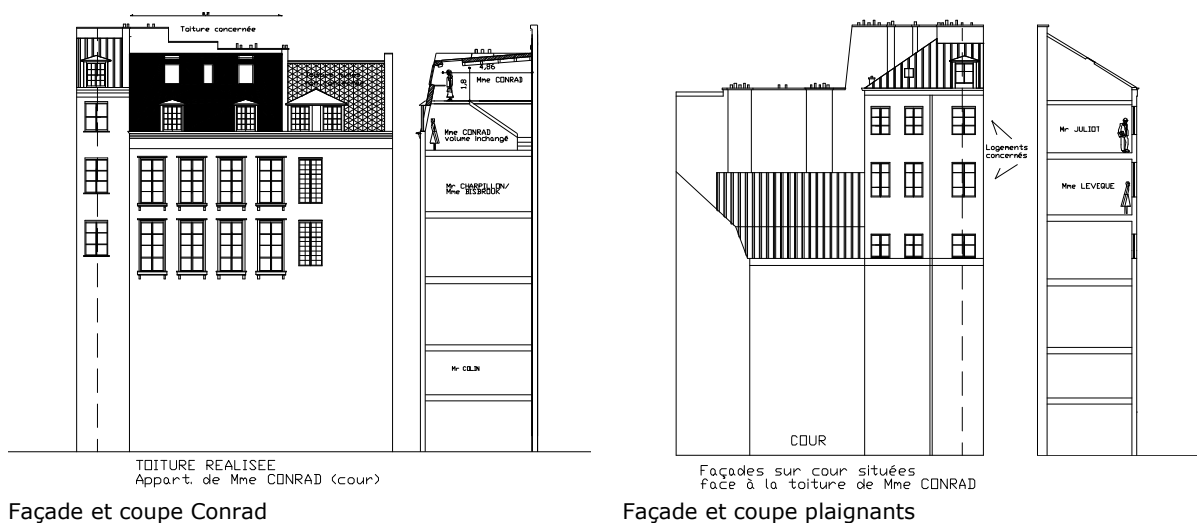
Une première approche par le Girasol (le Girasol est un abaque solaire), permet d'obtenir pour une latitude donnée, les trajectoires apparentes du soleil.

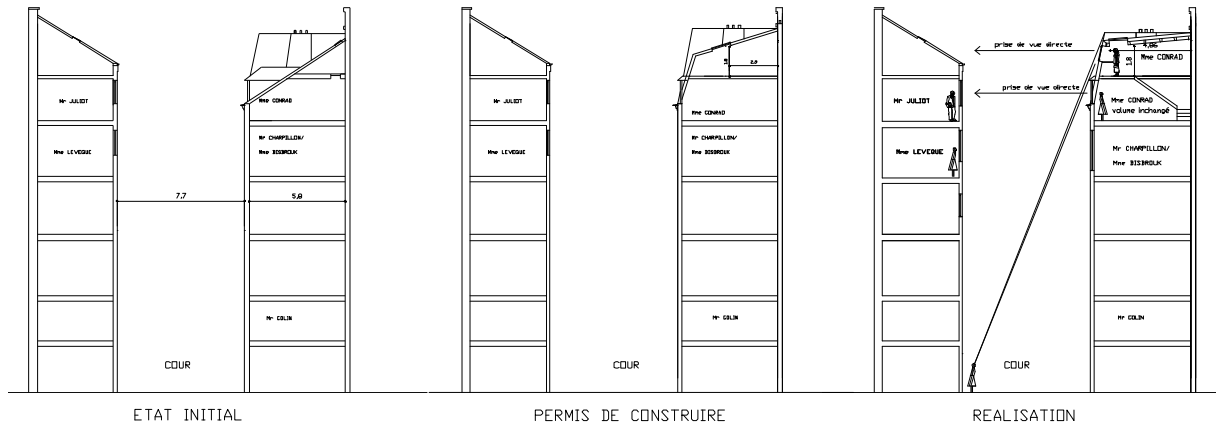
La flèche jaune indique la latitude et peut être modifiée en positionnant la flèche sur le repère des latitudes. La trajectoire de la date considérée est en bleu; ainsi que l'heure choisie. L'heure est modifiée, en avant ou en arrière, à l'aide des flèches (déplacement d'une minute) ou des doubles flèches (déplacement d'une heure). La position du soleil correspondant à l'instant choisi est visualisée par un soleil jaune. La hauteur et l'azimut du soleil à ce même instant sont lisibles sur les repères de hauteur et d'azimut et indiqués dans la fenêtre placée sous le diagramme.

Le Girasol donne pour tout moment de la journée, et à toutes les dates, les positions exactes du soleil. Les résultats sont en heures solaires.

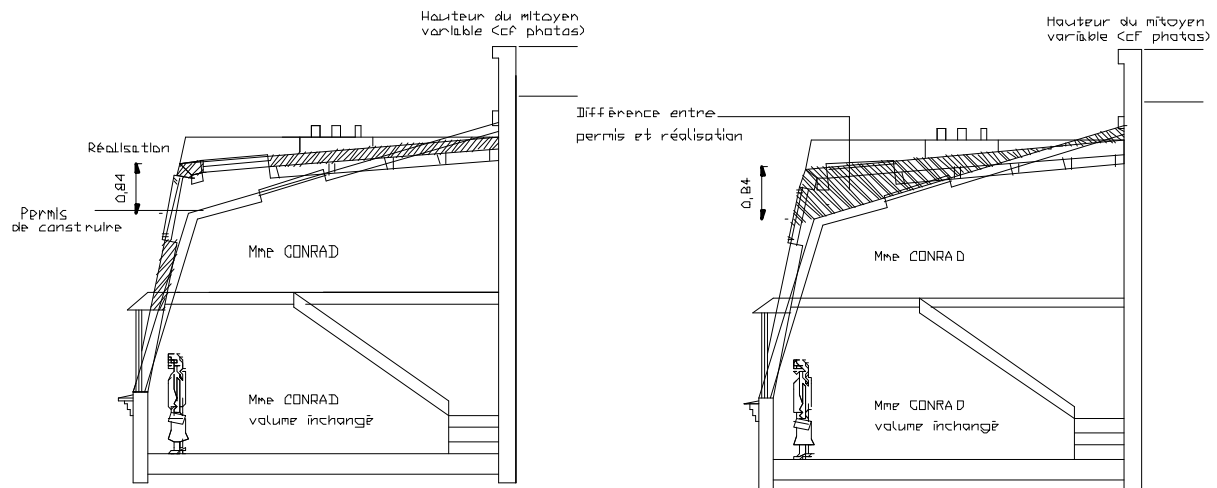
## 1.3. La modélisation.

L'étude est réalisée avec le logiciel Solene. La simulation passe par la construction d'un fichier informatique restituant la géométrie du site en trois dimensions. La maquette de la cour intérieure a été réalisée d'après les relevés de [REDACTÉ], architecte ; ces relevés ont été vérifiés avec les plans cadastraux et les levés du géomètre.



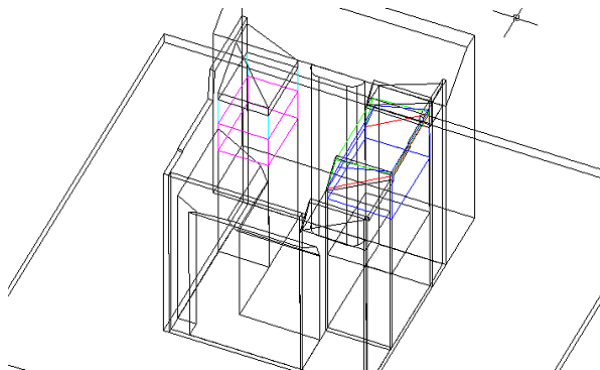


Coupe sur cour

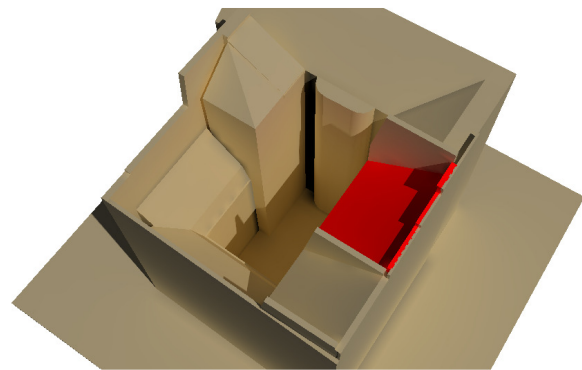


Principe de rehaussement de la toiture, comparaison permis / réalisation

La maquette numérique préparée pour la simulation présente l'enveloppe des bâtiments. La modélisation des fenêtres, portes, lucarnes, corniches et autres modénatures ne sont pas utiles pour la simulation. Nota bene : les erreurs éventuelles concernant la géométrie des parties non concernées par les plaintes n'affectent pas l'analyse, cette dernière reposant sur la différence (soustraction) entre deux situations construites.



La maquette en représentation filaire



La maquette en représentation solide

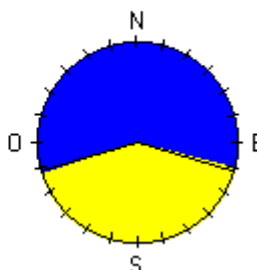
## 2. Les simulations.

Les simulations ont été effectuées pour la période couvrant d'octobre à décembre, le solstice d'hiver donnant un point de symétrie (octobre novembre / décembre / janvier, février). Les résultats sont donnés en heures solaires vraies.

### 2.1. Comportement solaire du [REDACTED] en octobre.

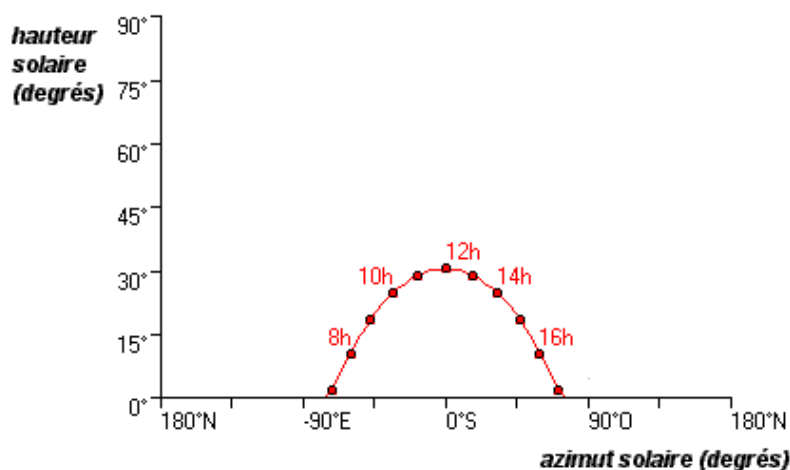
#### Données générales

<b>N° Jour</b>	294
<b>Déclinaison</b>	-10°58'
<b>Heure de lever</b>	6h51
<b>Heure de coucher</b>	17h09
<b>Azimet au lever</b>	-73°13' est
<b>Azimet au coucher</b>	73°13' ouest
<b>Durée du jour</b>	10h18



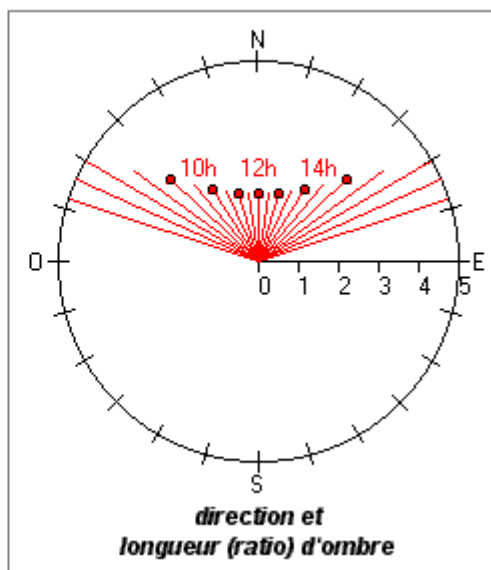
#### Hauteur du soleil

	Azimet	Hauteur
<b>7h</b>	-71° 30'	1° 22'
<b>8h</b>	-59° 46'	10° 20'
<b>9h</b>	-46° 58'	18° 15'
<b>10h</b>	-32° 39'	24° 36'
<b>11h</b>	-16° 49'	28° 45'
<b>12h</b>	0° 00'	30° 11'
<b>13h</b>	16° 49'	28° 45'
<b>14h</b>	32° 39'	24° 36'
<b>15h</b>	46° 58'	18° 15'
<b>16h</b>	59° 46'	10° 20'
<b>17h</b>	71° 30'	1° 22'



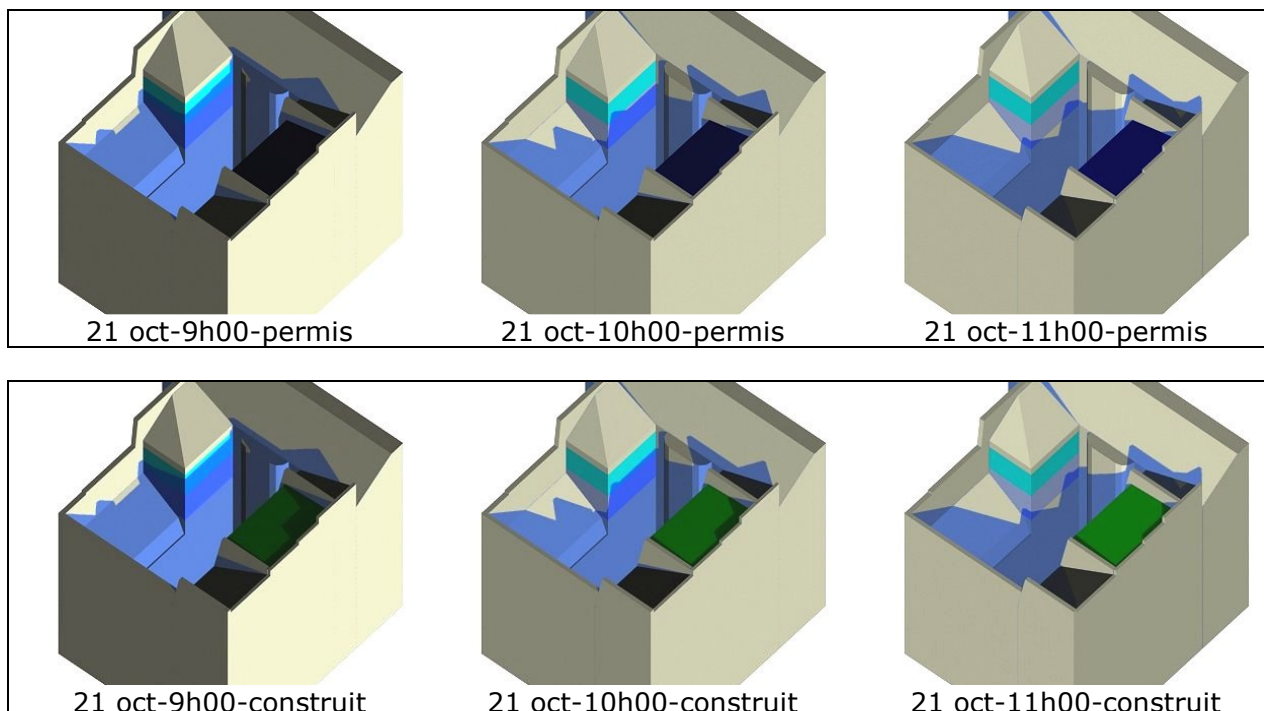
#### Longueur et Direction d'ombre

	Direction	Longueur	Ratio
<b>7h</b>	108° 28'	4178	41.78
<b>8h</b>	120° 12'	547	5.47
<b>9h</b>	133° 01'	302	3.02
<b>10h</b>	147° 18'	218	2.18
<b>11h</b>	163° 09'	182	1.82
<b>12h</b>	180° 00'	171	1.71
<b>13h</b>	-163° 09'	182	1.82
<b>14h</b>	-147° 18'	218	2.18
<b>15h</b>	-133° 01'	302	3.02
<b>16h</b>	-120° 12'	547	5.47
<b>17h</b>	-108° 28'	4178	41.78



Le tableau exprime en fonction du temps : la direction azimutale de l'ombre, sa longueur par rapport à une tige de longueur 100 et son ratio. Le ratio est le rapport de la longueur de l'ombre portée à la hauteur de la tige. Une valeur de 2 du ratio indique que la longueur de l'ombre est égale à 2 fois la hauteur de la tige.

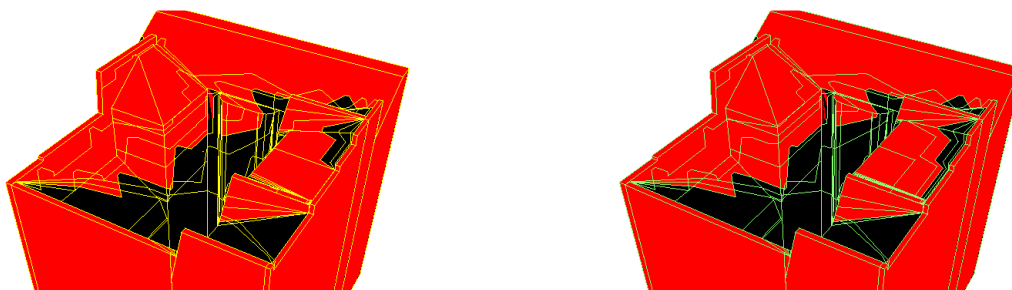
## 2.2. Le tracé des ombres en octobre



Les interactions entre les façades des plaignants et la toiture Conrad se déroulent entre 8h00 et 11h00 (heure solaire). Par héliodrom, il est possible de vérifier que dès 11h00 la toiture Conrad ne projette plus d'ombre sur les plaignants. Entre 11h00 et 12h00, ce sont les ombres des souches qui se projettent sur les façades opposées.

## 2.3. Evaluation des surfaces ensoleillées, comparaison permis / construit

Pour être certain que les ombres portées proviennent bien de la toiture et non des objets architecturaux environnants, il est effectué une différence entre les surfaces ombrées en situation de permis et les surfaces ombrées en situation construite.



En jaune, sont tracées les différentes surfaces ombrées et ensoleillées à toutes les heures entre 7h00 et 12h00.

Situation permis de construire en m<sup>2</sup> de surfaces ensoleillées:

octobre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0	0	0	0
8h00	0	0,43	0	0
9h00	9,51	7,27	0	0,83
10h00	17,65	14,06	4,07	8,67
11h00	18,75	14,06	19,08	11,18
12h00	18,75	14,06	21,25	10,36

Situation construite en m<sup>2</sup> de surfaces ensoleillées :

octobre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0	0	0	0
8h00	0	0,43	0	0
9h00	4,33	7,14	0	0,83
10h00	16,22	14,06	2,53	8,67
11h00	18,75	14,06	19,08	11,18
12h00	18,75	14,06	21,25	10,36

Pourcentage des pertes solaires en surface en %

octobre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0,00	0,00	0,00	0,00
8h00	0,00	0,00	0,00	0,00
9h00	54,47	1,79	0,00	0,00
10h00	8,10	0,00	37,84	0,00
11h00	0,00	0,00	0,00	0,00
12h00	0,00	0,00	0,00	0,00

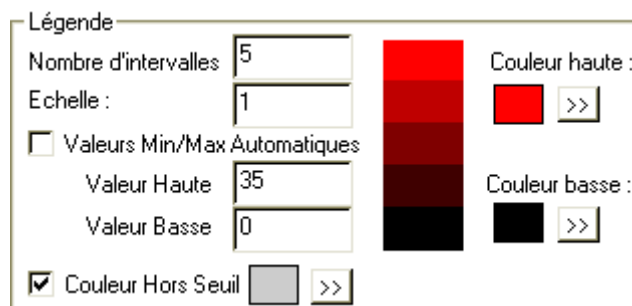
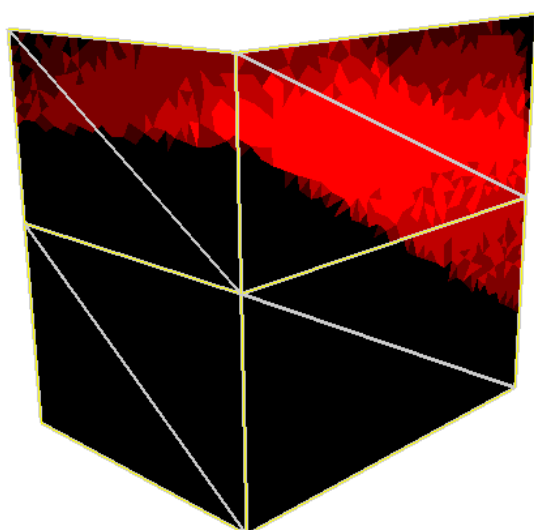
Éléments de pondération par rapport au calcul des surfaces :

Les calculs des surfaces ensoleillées prennent en compte la totalité de la surface. Il conviendrait d'affiner le calcul en ne considérant que les surfaces vitrées pour mesurer le réel apport solaire et ce, en tenant compte du pouvoir de transmission solaire des vitrages. Par ailleurs, il faudrait soustraire les surfaces de vitrage et prendre en compte le pouvoir émissif de l'enduit des surfaces pour évaluer la lumière solaire réfléchiée vers les façades opposées.

Surfaces relatives des façades par rapport aux surfaces des ouvertures en m<sup>2</sup> :

	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
murs	18,75	14,06	21,49	16,11
vitrages	4,09		5,17	

#### 2.4. Evaluation des durées d'ensoleillement en octobre

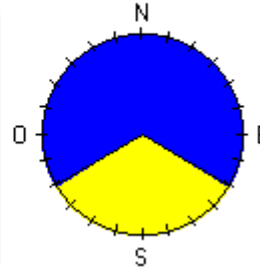


Dans la zone la plus claire, la perte d'ensoleillement est de 30 à 35 minutes entre 7h00 et 12h00. Les autres nuances indiquent des pertes variant de 0 à 25 minutes. Ces résultats doivent être rapprochés des précédents montrant que le préjudice se situe autour de 9h00 du matin (HSV)

## 2.5. Comportement solaire du [REDACTED] en novembre

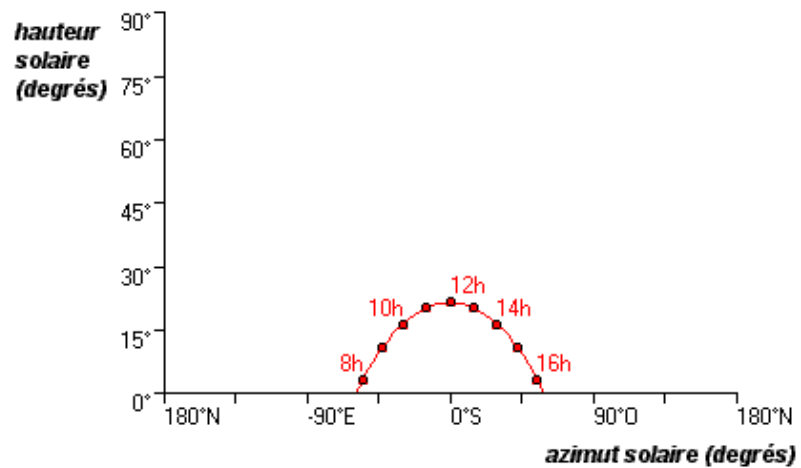
### Données générales

<b>N° Jour</b>	325
<b>Déclinaison</b>	-19°58'
<b>Heure de lever</b>	7h38
<b>Heure de coucher</b>	16h22
<b>Azimet au lever</b>	-58°47' est
<b>Azimet au coucher</b>	58°47' ouest
<b>Durée du jour</b>	8h44



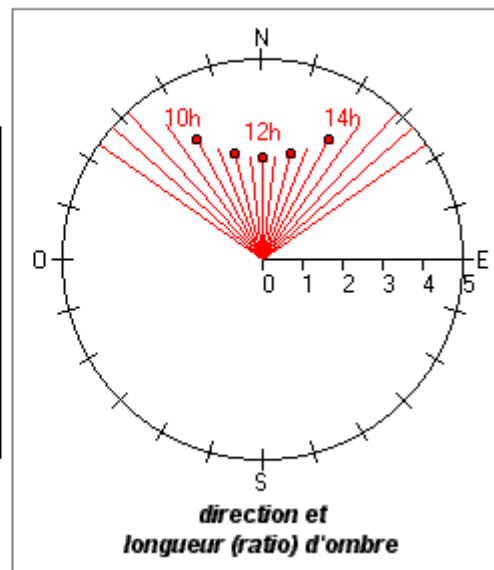
### Hauteur du soleil

	Azimet	Hauteur
<b>8h</b>	-54° 35'	3° 00'
<b>9h</b>	-42° 30'	10° 24'
<b>10h</b>	-29° 17'	16° 11'
<b>11h</b>	-14° 58'	19° 55'
<b>12h</b>	0° 00'	21° 11'
<b>13h</b>	14° 58'	19° 55'
<b>14h</b>	29° 17'	16° 11'
<b>15h</b>	42° 30'	10° 24'
<b>16h</b>	54° 35'	3° 00'



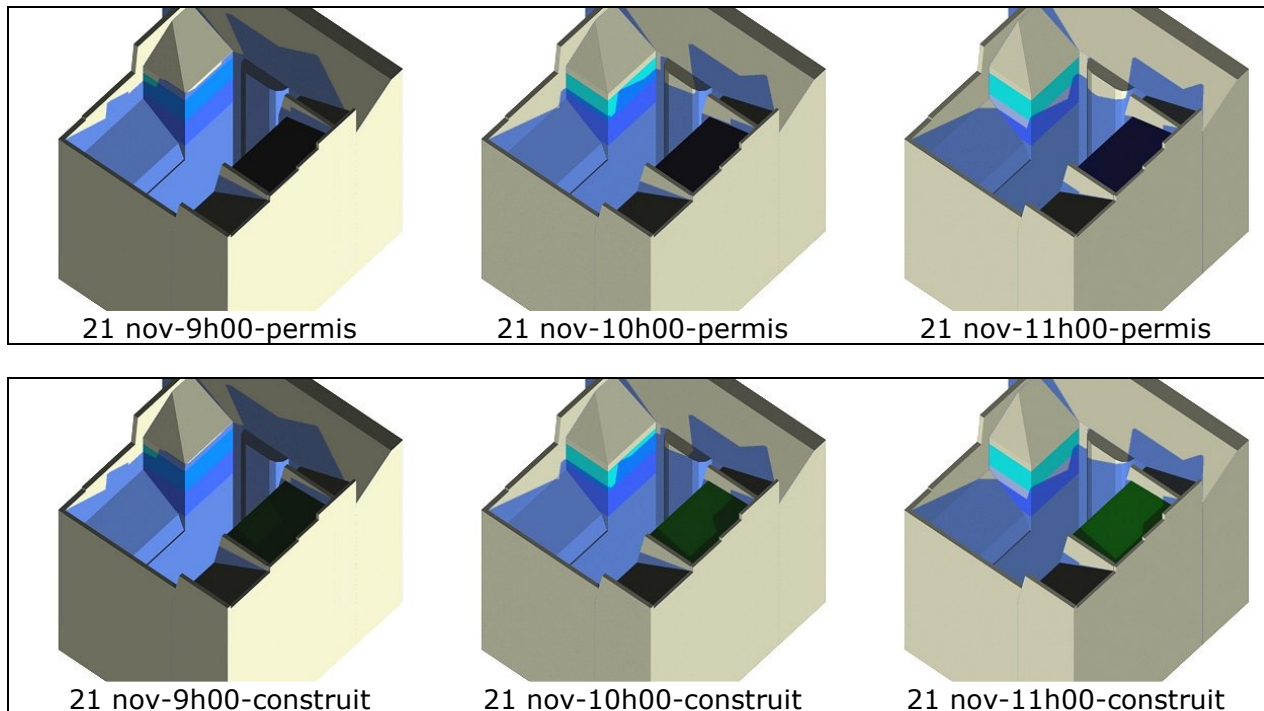
### Longueur et Direction d'ombre

	Direction	Longueur	Ratio
<b>8h</b>	125° 24'	1906	19.06
<b>9h</b>	137° 28'	544	5.44
<b>10h</b>	150° 41'	344	3.44
<b>11h</b>	165° 00'	275	2.75
<b>12h</b>	180° 00'	257	2.57
<b>13h</b>	-165° 00'	275	2.75
<b>14h</b>	-150° 41'	344	3.44
<b>15h</b>	-137° 28'	544	5.44
<b>16h</b>	-125° 24'	1906	19.06



## 2.6. Le tracé des ombres en novembre

Comme pour le mois précédent, les héliodons montrent que dès 11h00, ce n'est plus le toit Conrad qui porte ombre sur les façades opposées. Ce constat se trouvera confirmé par le calcul des surfaces ensoleillées.



## 2.7. Evaluation des surfaces ensoleillées, comparaison permis / construit

Situation permis de construire en m<sup>2</sup> de surfaces ensoleillées:

novembre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0	0	0	0
8h00	0	0	0	0
9h00	0	3,66	0	0
10h00	8,98	9,58	0	0,44
11h00	18,46	14,06	4,48	4,61
12h00	18,75	14,06	12,69	3,23

Situation construite en m<sup>2</sup> de surfaces ensoleillées :

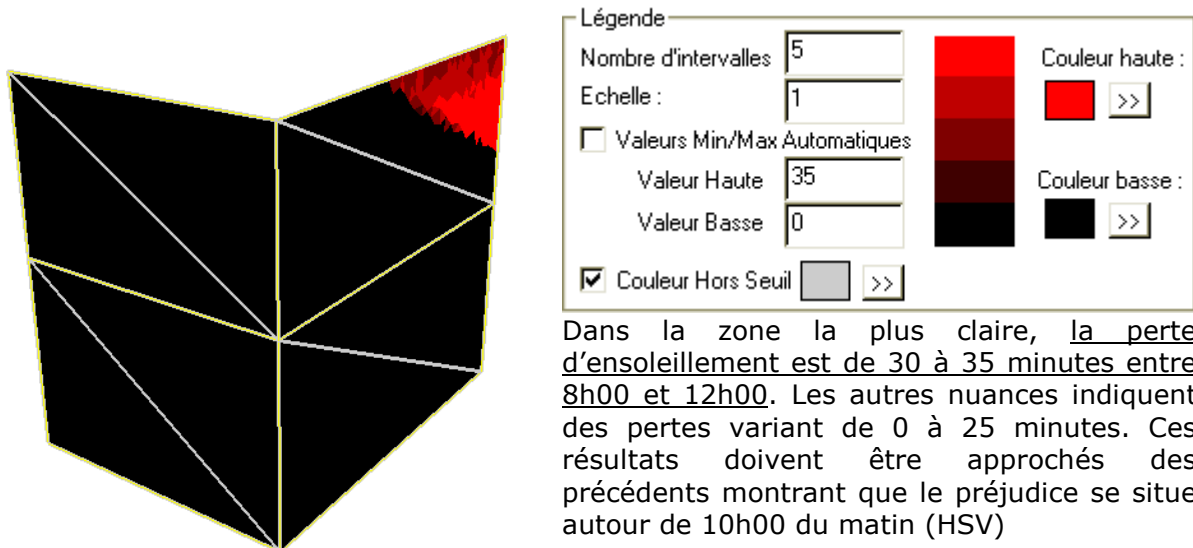
novembre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0	0	0	0
8h00	0	0	0	0
9h00	0	3,66	0	0
10h00	7,75	9,58	0	0,44
11h00	18,46	14,06	4,48	4,61
12h00	18,75	14,06	12,69	3,23

Pourcentage des pertes solaires en surface en %

novembre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0,00	0,00	0,00	0,00
8h00	0,00	0,00	0,00	0,00
9h00	0,00	0,00	0,00	0,00
10h00	13,70	0,00	0,00	0,00
11h00	0,00	0,00	0,00	0,00
12h00	0,00	0,00	0,00	0,00

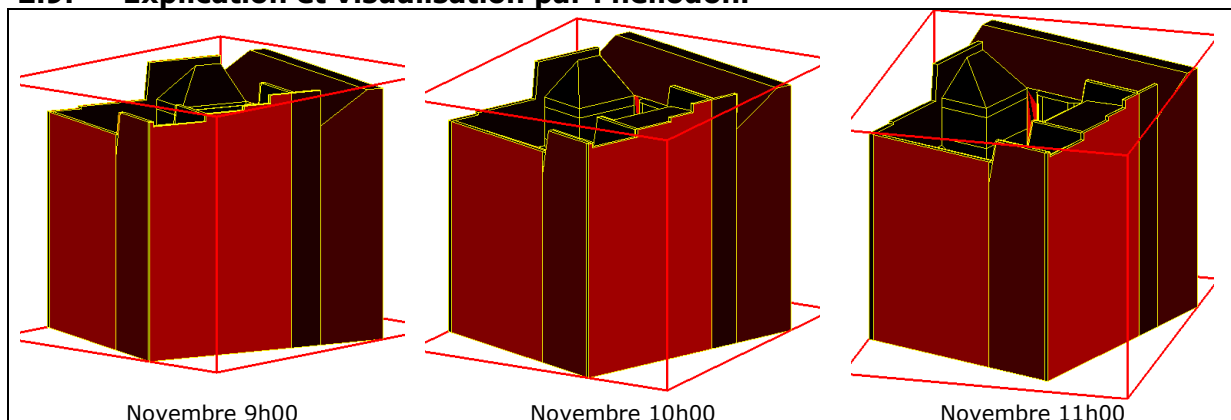
Du fait de la hauteur du soleil et de sa courbe, le rehaussement de la toiture Conrad ne joue pratiquement plus aucun rôle. D'où une équivalence quasi parfaite entre l'état permis et l'état construit, mis à part une perte de 13,70% aux alentours de 10h00 HSV

## 2.8. Evaluation des durées d'ensoleillement en novembre



Ici, il est nettement visible que les pertes ne concernent qu'une zone extrême de la surface des façades de l'appartement Juliot.

## 2.9. Explication et visualisation par l'héliodrom.

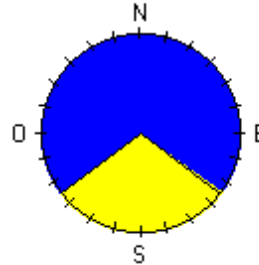


L'héliodrom représente ce que « voit » le soleil durant sa course. Il apparaît ici avec évidence que la toiture ne se place entre les plaignants et le soleil que durant un bref moment

## 2.10. Comportement solaire du [REDACTED] en décembre

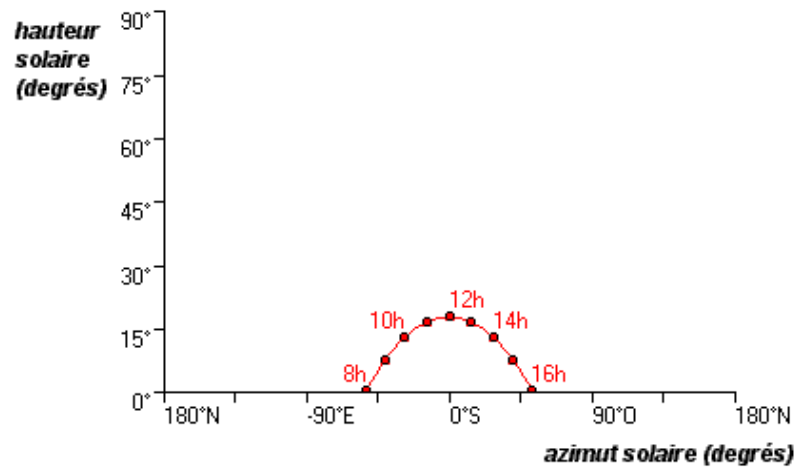
### Données générales

<b>N° Jour</b>	355
<b>Déclinaison</b>	-23°33'
<b>Heure de lever</b>	7h59
<b>Heure de coucher</b>	16h01
<b>Azimut au lever</b>	-52°43' est
<b>Azimut au coucher</b>	52°43' ouest
<b>Durée du jour</b>	8h02



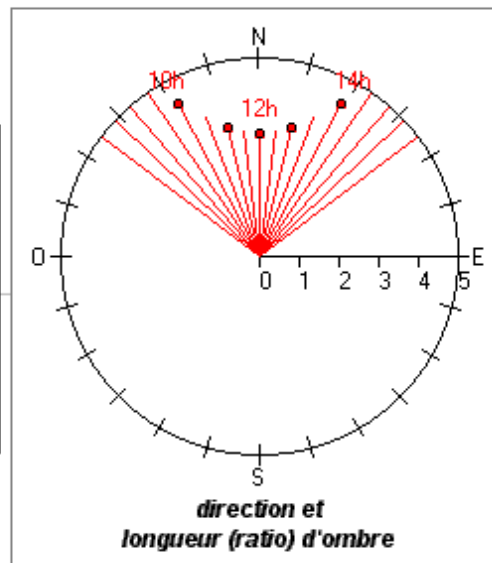
### Hauteur du soleil

	Azimut	Hauteur
<b>8h</b>	-52° 31'	0° 03'
<b>9h</b>	-40° 46'	7° 14'
<b>10h</b>	-28° 02'	12° 48'
<b>11h</b>	-14° 18'	16° 22'
<b>12h</b>	0° 00'	17° 37'
<b>13h</b>	14° 18'	16° 22'
<b>14h</b>	28° 02'	12° 48'
<b>15h</b>	40° 46'	7° 14'
<b>16h</b>	52° 31'	0° 03'



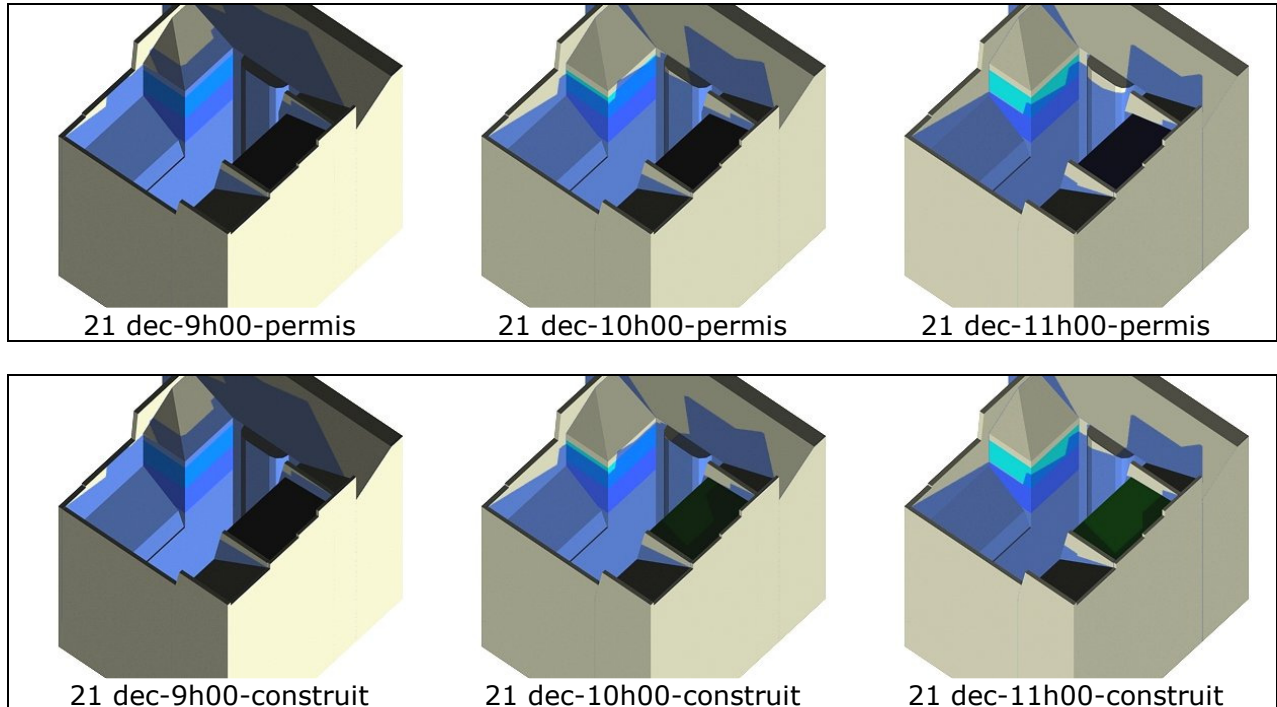
### Longueur et Direction d'ombre

	Direction	Longueur	Ratio
<b>8h</b>	127° 27'	104485	1044.85
<b>9h</b>	139° 11'	787	7.87
<b>10h</b>	151° 56'	439	4.39
<b>11h</b>	165° 39'	339	3.39
<b>12h</b>	180° 00'	314	3.14
<b>13h</b>	-165° 39'	339	3.39
<b>14h</b>	-151° 56'	439	4.39
<b>15h</b>	-139° 11'	787	7.87
<b>16h</b>	-127° 27'	104485	1044.85



### 2.11. Le tracé des ombres en décembre

La course solaire correspond ici au solstice, donc à la courbe solaire la plus basse de l'année.



### 2.12. Evaluation des surfaces ensoleillées, comparaison permis / construit

Situation permis de construire en m<sup>2</sup> de surfaces ensoleillées:

décembre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0	0	0	0
8h00	0	0	0	0
9h00	0	0	0	0
10h00	3,57	5,99	0	0
11h00	15,64	14,06	0,36	0,38
12h00	18,73	13,56	6,2	0

Situation construite en m<sup>2</sup> de surfaces ensoleillées :

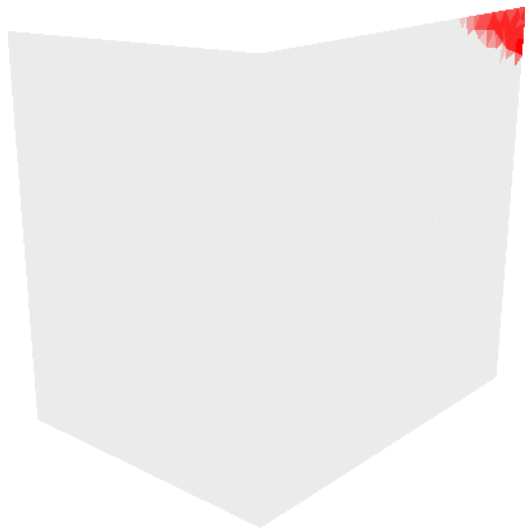
décembre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0	0	0	0
8h00	0	0	0	0
9h00	0	0	0	0
10h00	3,14	5,99	0	0
11h00	15,64	14,06	0,42	0,38
12h00	18,73	13,56	6,2	0

Pourcentage des pertes solaires en surface en %

décembre	Juliot-face	Juliot-retour	Leveque-face	Leveque-retour
7h00	0,00	0,00	0,00	0,00
8h00	0,00	0,00	0,00	0,00
9h00	0,00	0,00	0,00	0,00
10h00	12,04	0,00	0,00	0,00
11h00	0,00	0,00	-16,67	0,00
12h00	0,00	0,00	0,00	0,00

On retrouve en décembre la perte en surface ensoleillée déjà identifiée au mois précédent. Ce qui retient l'attention ici, c'est le gain en ensoleillement de la façade [REDACTED] aux alentours de 11h00. Ce gain est de plus de 16 %.

### 2.13. Evaluation des durées d'ensoleillement en novembre



La perte de durée solaire ne concerne que l'extrême pointe de la façade [REDACTED] pour une durée inférieure à 25 minutes aux alentours de 10h00 HSV.

### 3. Conclusions

,Suite à l'étude, il apparaît que les implications de l'impact du rehaussement de la toiture [REDACTED] sur le voisinage et particulièrement sur les façades opposées, en terme de perte d'ensoleillement, sont limitées tout autant dans l'espace que dans le temps.

L'étude montre que la nuisance se manifeste par un retard d'une vingtaine de minutes sur l'apparition directe des rayons du soleil sur la surface totale des façades [REDACTED] et [REDACTED]. Une étude plus fine, si elle est demandée, pourra qualifier très précisément ce que cela représente en perte d'apports solaires à l'intérieur des appartements (autrement dit, ce qui passe réellement par les fenêtres). Une telle étude pondérerait encore l'impact de la toiture en terme de désagréments.

L'étude montre également que les différences de surfaces frappées par le soleil et pouvant potentiellement réfléchir vers les façades en vis-à-vis donnent, là encore, des différences mineures. L'analyse complète demanderait de connaître la nature des enduits et la position exacte des ouvertures. L'étude a même montré un léger gain sur le mois de décembre.

La présente étude permet de signifier les grandes tendances des phénomènes interagissant au sein de la cour du [REDACTED]. Une étude complète permettrait de détailler et de quantifier les phénomènes mois par mois, si nécessaire, en se focalisant soit sur ce qui passe réellement par les ouvertures pour les appartements [REDACTED] et [REDACTED], soit sur ce qui est réellement réfléchi pour les appartements [REDACTED]. Nonobstant, d'après ces premiers éléments déjà, il apparaît nettement que l'impact du rehaussement de la toiture a été largement surévalué.

## Annexe : références

Les outils numériques ont été développés par le laboratoire CERMA de l'École d'Architecture de Nantes, membre d'une unité mixte du Centre National de la Recherche Scientifique (UMR CNRS 1563 Ambiances architecturales et urbaines) co-habituée par les départements Sciences de l'Homme et de la Société (SHS) et Sciences pour l'Ingénieur (SPI). Le laboratoire CERMA offre un ensemble de compétences uniques pour la modélisation, la simulation et l'évaluation des ambiances architecturales et urbaines. Il développe des outils et des méthodologies reconnues internationalement.

Le logiciel **Solene**, inventé par M. Dominique Groleau ingénieur de recherche au CERMA, a été utilisé pour les simulations. Ce logiciel offre un ensemble de fonctions d'évaluation solaire et lumineuse des espaces architecturaux et urbains : tracés d'ombre, durée d'ensoleillement, composantes directes et diffuses du rayonnement incident, multi-réflexions solaires, éclairage naturel sous différents types de ciels, transmission lumineuses à l'intérieur des locaux, rayonnement thermique (solaire et infrarouge), etc.

Laurent Lescop, architecte et docteur en sciences pour l'ingénieur, ancien chercheur du laboratoire CERMA, a créé en 2001 le cabinet KERIS afin de relayer les études applicatives précédemment prises en charge par le CERMA. Outre une activité principale d'évaluation solaire des espaces, il intervient comme assistant à maître d'ouvrage pour la qualification des espaces.

### Quelques références CERMA concernant les études d'ensoleillement :

- Simulation solaire et énergétique du bâtiment de l'IRCYN, Nantes, 1998
- Simulation thermique et solaire du centre culturel de Magny les Hongres, 1998
- Simulations d'ensoleillement et dimension des PARE-SOLEIL des bureaux projet du PALAIS de JUSTICE de Nantes (Cab. Arch. J. Nouvel), 1999
- Simulation lumineuse d'une salle des sports, Simulations d'ensoleillement et ajustement des pare-soleil, Nantes, 2000
- Simulation solaire des massifs boisés d'une ZAC à la Chapelle/Erdre, 2000
- Analyse de l'impact solaire d'un immeuble d'habitation situé à Rezé, 2000
- Modélisation et simulation solaire et lumineuse du patio des consultants de l'Institut Gustave-Roussy de Villejuif, 2000

### Quelques références KERIS concernant les études d'ensoleillement :

- Etude d'ensoleillement pour l'implantation d'un jardin d'enfant à Nantes, 2001
- Etude d'ensoleillement pour évaluer l'impact de l'extension de la Maison de Retraite Saint Paul à Rezé, 2001 (plainte déposée contre le permis de construire)
- Etude d'ensoleillement pour évaluer l'impact d'une extension de maison, La Baulle, 2001 (plainte déposée contre le permis de construire).